

**Der Einfluss von Besatzdichte und Beschäftigungsmaterial  
auf das Verhalten von nicht-schnabelkupierten Junghennen  
von Lebenstag 36 bis 120**

von

Miriam Charlotte Zepp

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität  
München

**Der Einfluss von Besatzdichte und Beschäftigungsmaterial  
auf das Verhalten von nicht-schnabelkupierten Junghennen  
von Lebenstag 36 bis 120**

von Miriam Charlotte Zepp  
aus Biberach an der Riß

München 2018

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung

Arbeit angefertigt unter der Leitung von: Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael H. Erhard

Mitbetreuung durch:

Dr. Angela Schwarzer und Dr. Helen Louton

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

**Dekan:** Univ.-Prof. Dr. Reinhard K. Straubinger, Ph.D.

**Berichterstatter:** Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael H. Erhard

**Korreferent:** Priv.-Doz. Dr. Florian M. Trefz

**Tag der Promotion: 27. Juli 2018**



*Eugen und meiner Familie*

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>I.</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>ERWEITERTE LITERATURÜBERSICHT .....</b>	<b>3</b>
<b>1.</b>	<b>Hypothesen zum Ursprung von Federpicken .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Übersicht über die Entwicklung des Normalverhaltens von Junghennen .....</b>	<b>5</b>
2.1.	Futtersuch- und Futteraufnahmeverhalten .....	5
2.2.	Gefiederpflege und Staubbadeverhalten .....	6
2.3.	Ruheverhalten.....	8
2.4.	Ontogenese des Flugverhaltens .....	8
2.5.	Circadianer Rhythmus .....	9
<b>3.</b>	<b>Gesetzlicher Hintergrund .....</b>	<b>9</b>
<b>III.</b>	<b>TIERE, MATERIAL UND METHODEN .....</b>	<b>13</b>
<b>1.</b>	<b>Ausstattung der Voliere .....</b>	<b>13</b>
<b>2.</b>	<b>Anbringung der Kameras.....</b>	<b>15</b>
<b>3.</b>	<b>Auswertungsmethoden des Videomaterials .....</b>	<b>18</b>
3.1.	Scan Sampling des Normalverhaltens .....	18
3.2.	Scan Sampling des Ruheverhaltens.....	21
3.2.1.	Entwicklung des bevorzugten Ruheverhaltens in Abhängigkeit vom Lebensalter .....	21
3.2.2.	Ruheverhalten in Abhängigkeit von den Funktionsbereichen .....	21
3.3.	Continuous recording über die Nutzung der Volierebenen in Abhängigkeit vom Lebenstag und Beobachtungszeitpunkt .....	21
3.4.	Continuous recording des Pickverhaltens .....	23
<b>4.</b>	<b>Statistik.....</b>	<b>23</b>
<b>IV.</b>	<b>PUBLIZIERTE STUDIENERGEBNISSE .....</b>	<b>25</b>
<b>V.</b>	<b>ERWEITERTE ERGEBNISSE .....</b>	<b>37</b>
<b>1.</b>	<b>Ergebnisse des Normalverhaltens.....</b>	<b>37</b>
1.1.	Ontogenese und Tagesbudget von Verhaltensweisen in Abhängigkeit vom Lebensalter und der Untersuchungsgruppe .....	37

1.2.	Entwicklung eines Tagesrhythmus in Abhängigkeit von der Hellphase....	43
<b>2.</b>	<b>Ergebnisse des Ruheverhaltens der Dunkelphase.....</b>	<b>45</b>
2.1.	Entwicklung des bevorzugten Ruheverhaltens in Abhängigkeit vom Lebensalter .....	45
2.2.	Ruheverhalten in Abhängigkeit von den Funktionsbereichen .....	47
<b>3.</b>	<b>Ergebnisse der Nutzung der Volierebenen in Abhängigkeit vom Lebenstag und Beobachtungszeitpunkt .....</b>	<b>48</b>
<b>VI.</b>	<b>ERWEITERTE DISKUSSION.....</b>	<b>51</b>
<b>1.</b>	<b>Normalverhalten.....</b>	<b>51</b>
1.1.	Ontogenese und Tagesbudget der Verhaltensweisen in Abhängigkeit vom Lebensalter und der Untersuchungsgruppe .....	51
1.2.	Entwicklung eines Tagesrhythmus in Abhängigkeit von der Hellphase....	56
<b>2.</b>	<b>Ruheverhalten während der Dunkelphase .....</b>	<b>58</b>
2.1.	Entwicklung des Ruheverhaltens in Abhängigkeit vom Lebensalter.....	58
2.2.	Ruheverhalten in Abhängigkeit von den Funktionsbereichen .....	59
<b>3.</b>	<b>Nutzung der Volierebenen in Abhängigkeit vom Lebenstag und Beobachtungszeitpunkt.....</b>	<b>60</b>
<b>4.</b>	<b>Schlussfolgerung.....</b>	<b>61</b>
<b>VII.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>65</b>
<b>VIII.</b>	<b>SUMMARY.....</b>	<b>69</b>
<b>IX.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>73</b>
<b>1.</b>	<b>Literatur der erweiterten Teile .....</b>	<b>73</b>
<b>2.</b>	<b>Literatur der Veröffentlichung.....</b>	<b>86</b>
<b>X.</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>93</b>
<b>1.</b>	<b>Zusätzliche Tabellen .....</b>	<b>93</b>
<b>2.</b>	<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>99</b>
<b>3.</b>	<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>99</b>
<b>4.</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>101</b>
<b>XI.</b>	<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>103</b>

## I. EINLEITUNG

„Die Grundlagen der tiergerechten Haltung gelten über die gesamte Lebensspanne der Tiere und wichtige Weichen für die tiergerechte Haltung während der Nutzung werden schon in der Aufzucht gestellt“ (KEPPLER et al., 2006). Vor dem Hintergrund, dass sich das in der Aufzucht erlernte Verhalten und die Erfahrungen von Junghennen auf das spätere Leben als Legehennen auswirken (JANCZAK und RIBER, 2015), scheint es unabdingbar, gesetzlich einheitliche Haltungsanforderungen für Junghennen zu schaffen. Konkrete, rechtliche Vorgaben existieren bisher nur für Legehennen und sind in der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (2006) umgesetzt. Verhaltensstörungen wie Federpicken und Kannibalismus basieren auf multifaktoriellen Ursachen und weisen drauf hin, dass sich die Hennen nicht mehr an die ihnen zur Verfügung gestellte Haltungsumwelt anpassen können (STAACK et al., 2006; RODENBURG et al., 2013). Bei der Entstehung dieser Verhaltensstörungen spielen auch die Bedingungen während der Aufzuchtperiode eine entscheidende Rolle (HUBER-EICHER und WECHSLER, 1997 und 1998; JOHNSEN et al., 1998; GUNNARSSON et al., 1999; SPINDLER et al., 2016).

In einer freiwilligen Vereinbarung zwischen dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, dem Zentralverband der Deutschen Geflügelwirtschaft e.V. und dem Bundesverband Deutsches Ei e.V. wurde beschlossen, dass ab 1. Januar 2017 keine schnabelkupierte Legehennen mehr eingestallt werden (BMEL, 2015). Durch die nicht-gekürzten Schnäbel könnte sich das Ausmaß von Verletzungen und Schäden vergrößern (SPINDLER et al., 2013; SPINDLER et al., 2016). Um dies zu verhindern, ist es notwendig, Alternativen zu den derzeitigen Haltungsbedingungen in der Junghennenaufzucht zu finden, um das Auftreten von Verhaltensstörungen frühzeitig einzugrenzen.

Das Ziel der Studie war es, die Ontogenese des Normalverhaltens und des Pickverhaltens von Junghennen im Alter von 36 bis 120 Lebenstagen in unterschiedlichen Haltungsbedingungen zu erfassen, um daraus eventuell Hinweise auf Mindestanforderungen für die Junghennenaufzucht abzuleiten.



## II. ERWEITERTE LITERATURÜBERSICHT

### 1. Hypothesen zum Ursprung von Federpicken

Neben den in der Veröffentlichung (siehe Kapitel IV) beschriebenen Ursachen soll im Folgenden auf weitere Hypothesen zum Ursprung von Federpicken eingegangen werden.

Die „Staubbadehypothese“ geht von einer Fehlprägung des Pickverhaltens auf die Federn von Artgenossen aus, wenn den Tieren kein adäquates Staubbadesubstrat zur Verfügung gestellt wird. VESTERGAARD und LISBORG (1993) fanden heraus, dass Küken, die von Anfang an gelernt hatten, Federn als Staubbadesubstrat zu nutzen, signifikant mehr Federpicken zeigten, als Küken, denen Sand als Staubbadesubstrat zur Verfügung gestellt wurde. JOHNSEN et al. (1998) stellten fest, dass Tiere, die bis zur vierten Lebenswoche auf Gitterböden aufgezogen wurden, in Lebenswoche fünf bis sechs und Lebenswoche 40 bis 41 mehr Federpicken zeigten, als jene Tiere, die während den ersten vier Lebenswochen Sand oder Stroh als Substrat zur Verfügung hatten. In dieser Studie zeigten Tiere, die auf Gitterböden aufgezogen wurden, außerdem eine geringere Staubbadeaktivität, was Rückschlüsse auf einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Federpicken und der Staubbadeaktivität zulässt.

Eine weitere Hypothese beschreibt Zusammenhänge zwischen dem Futtersuchverhalten und Bodenpicken und dem Auftreten von Federpicken. HUBER-EICHER und WECHSLER (1997) zeigten, dass Tiere, die erst ab dem zehnten Lebenstag Zugang zu Einstreumaterial hatten, mehr Federpicken zeigten als Tiere, die schon am ersten Lebenstag Zugang zum Einstreubereich erhielten. Sie beschrieben Federpicken als eine Art umorientiertes Futtersuchverhalten (HUBER-EICHER und WECHSLER, 1998). DE JONG et al. (2013) untersuchten ebenfalls den Einfluss von Einstreumaterial auf das Pickverhalten von Hühnern. Tiere, die von Anfang an Zugang zu Sand oder Sägespänen hatten, zeigten mehr Futtersuchverhalten und weniger Federpicken als Tiere, die erst ab der dritten Lebenswoche Einstreumaterial zur Verfügung gestellt bekamen. Ab der vierten Lebenswoche war dieser Effekt allerdings nicht mehr erkennbar. DIXON et al. (2008) analysierten das Bewegungsmuster für unterschiedliches Pickverhalten und stellten fest, dass sich die Bewegungsabläufe des Pickverhaltens während des

Staubbadens und der Futtersuche signifikant unterschieden ( $P < 0.0001$  für alle Messungen). Weiterhin wurde festgestellt, dass starkes Federpicken (SFP) ausschließlich Gemeinsamkeiten zu dem Bewegungsmuster des Futtersuchverhaltens zeigte (DIXON et al., 2008). Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass der Ursprung des Federpickens in einer unerfüllten Motivation zum Futtersuchverhalten liegt (DIXON et al., 2008).

Ein weiterer Einflussfaktor für das Entstehen von Federpicken ist die Genetik. Laut KEELING et al. (2004) kann die erblich bedingte Pigmentierung der Federn einen Einfluss darauf haben, ob das Tier bepickt wird. Sie stellten fest, dass Tiere mit pigmentiertem Gefieder häufiger bepickt wurden, als Hennen mit weißem Gefieder. Als möglichen Grund sahen die Autoren dabei den größeren Kontrast von Einstreupartikeln im Gefieder der braunen Hennen. PLATTNER (2015) fand im Gegensatz dazu heraus, dass bei Tieren der Legelinie Lohmann Brown am seltensten starkes Federpicken beobachtet wurde. ELGER (2017) zeigte, dass weiße Legelinien häufiger aggressives Picken zeigten als Tiere von braunen Legelinien. Ein Einfluss der Gefiederfarbe/Legelinie auf die Häufigkeit von starkem Federpicken konnte jedoch nicht aufgezeigt werden. Auch NIEBUHR et al. (2006) konnten Federpicken und Gefiederschäden vermehrt bei weißen Hybridlinien auffinden. Im Gegensatz hierzu stehen die Ergebnisse der Studie von KJAER (2000), der für Hennen der Legelinie „Lohmann Brown“ höhere Pickfrequenzen aufzeigen konnte als für Tiere der Legelinie „White Leghorn“. Neben Zusammenhängen von Federpicken mit der Zuchtlinie und der Rasse konnten auch Verknüpfungen zwischen dem Aktivitätsverhalten und der Ängstlichkeit der Tiere und dem Auftreten von Verhaltensstörungen hergestellt werden: RODENBURG et al. (2004) zeigten in einem Open-Field-Test (ein Test der zur Erforschung des Erkundungsverhaltens von Tieren dient), dass ängstliche Küken im adulten Alter mehr leichtes (GFP) und starkes (SFP) Federpicken zeigten. Ein hohes Aktivitätslevel von Hühnern verschiedener Legelinien konnte ebenfalls mit Federpicken in Verbindung gebracht werden (RODENBURG et al., 2004; JENSEN et al., 2005; DE HAAS et al., 2010).

Hühner haben hohe Kompetenzen in Bezug auf den Prozess des sozialen Lernens und es ist daher möglich, dass sich bestimmte Verhaltensweisen von wenigen Individuen ausgehend auf die ganze Herde übertragen (NICOL, 1995). APPLEBY et al. (1992) nahmen an, dass Federpicken von den Tieren nachgeahmt wird und

sich so schnell in einer Herde ausbreitet. ZELTNER et al. (2000) induzierten in einer „Tutor-Federpicker-Gruppe“ Federpicken, indem Tiere dieser Gruppe in einer reizlosen Umgebung aufgezogen wurden. Die Tiere zeigten im Median 67,0 Pickschläge pro 30 Tiere in 30 Minuten. Die „Tutor-Nicht-Federpicker-Gruppe“ hingegen wurde in einer angereicherten Umgebung aufgezogen und zeigte im Median 5,3 Pickschläge pro 30 Tiere in 30 Minuten. Dadurch, dass sie ein Küken der „Tutor-Federpicker-Gruppe“ zur anderen Gruppe hinzusetzten, konnte ein Anstieg von Federpicken in der gesamten Gruppe dokumentiert werden. Beim Einsetzen eines Kükens der „Tutor-Nicht-Federpicker-Gruppe“ in die Federpicker-Gruppe blieb die Rate des Federpickens gleich. Laut ZELTNER et al. (2000) spricht das für eine soziale Nachahmung (social transmission) dieser Verhaltensweise. Demgegenüber stehen die Ergebnisse der Studie von MCADIE und KEELING (2002). In dieser Studie wurden Hennen einer „Low-feather-pecking“-Linie und Hennen einer „High-feather-pecking“-Linie zunächst getrennt voneinander aufgezogen und mit 17 Lebenswochen gemischt. In Lebenswoche 30-32 wurden die Federpickraten gemessen. Es wurde beobachtet, dass sich beim leichten Federpicken (GFP) eine Übertragung zwischen den Linien feststellen ließ. Starkes Federpicken (SFP) hatte sich aber nicht von Tieren der „High-feather-pecking“-Linie auf Tiere der „Low-feather-pecking“-Linie übertragen.

## **2. Übersicht über die Entwicklung des Normalverhaltens von Junghennen**

### **2.1. Futtersuch- und Futteraufnahmeverhalten**

Das Nahrungserwerbsverhalten ist ein genetisch festgelegter Ablauf, der noch weitgehend dem Verhalten des Bankivahuhns (die Urform des domestizierten Huhns) ähnelt (OESTER et al., 1997). Nach KRUIJT (1964) bepicken Küken schon ab dem ersten Lebenstag glänzende Gegenstände. Faktoren, die das Picken auslösen, sind dabei Reize wie Glanz oder Bewegung des Gegenstandes (ENGELMANN, 1969). Bevor Küken lernen, zwischen Gegenständen zu unterscheiden, kommt es auch zum Bepicken von den Ständern, der Kloake, dem Schnabel oder den Augen anderer Tiere (MARTIN, 2005). In reizarmer Umwelt kann dieses Verhalten bis ins adulte Alter bestehen bleiben (MARTIN, 1986). Das Scharren am Boden geht mit der Futtersuche einher und wird von den Küken bereits ab dem zweiten Lebenstag gezeigt. Zunächst stehen Bodenpicken und



Bodenscharren in Korrelation zueinander, welche sich aber nach der ersten Lebenswoche auflöst (HOGAN, 1971). Bodenscharren und Picken treten dann abwechselnd auf (BESSEL, 1973). Während der Aktivitätsphase verbringen Hühner 60,6 % mit Bodenpicken und 31,1 % mit Bodenscharren (DAWKINS, 1989). Da Hühner ein vielfältiges Nahrungsspektrum besitzen (Samen, Früchte, Knollen, Insekten), geht die Futtersuche nach unterschiedlichen Futterquellen auch immer mit Fortbewegung einher (JOHNSON, 1963). Laut ENGELMANN (1969) besteht dabei eine Teilkoordination zwischen Fortbewegung und Futterpicken. Der Ablauf des Nahrungserwerbsverhaltens erfolgt dabei nach einem bestimmten Muster von folgenden Verhaltensabfolgen: Schreiten, Scharren (mit den Füßen und/oder dem Schnabel), Zurücktreten, Vorstrecken des Halses und Kopfes, Fixieren und Zielen, Picken und Abschlucken (BAUM, 1995). MARTIN (2005) bezeichnen dies zusammenfassend als komplexes und anstrengendes Suchverhalten, welches dem zweckmäßigen Erfüllen des Endziels, der Nahrungsaufnahme, dient.

## **2.2. Gefiederpflege und Staubbadeverhalten**

Nach der Studie von KRUIJT (1964) beginnen Küken bereits am ersten Lebenstag mit dem Bepicken („pecking“) des Gefieders oder der Beine und dem Beknabbern („nibbling“) der Federbasis. Mit steigendem Lebensalter kommen weitere Verhaltensweisen wie das Streicheln („stroking“) und Kämmen („combing“) des Gefieders hinzu. KRUIJT (1964) bezeichnet all diese Verhaltensweisen als Aktivitäten, die der Pflege der Körperoberfläche dienen. CHANNING et al. (2001) fanden heraus, dass Legehennen 6,9 % ihrer Aktivitätsphase mit der Gefiederpflege verbringen. Die Frequenzen waren dabei mit 26 bis 28 Lebenswochen am höchsten und nahmen danach ab. DAWKINS (1989) fand in einer Studie über das Verhalten von Bankivahühnern heraus, dass diese ca. 11 % des gezeigten Verhaltens mit der Gefiederpflege verbringen.

Staubbaden gilt ebenso wie Gefiederpflege als Komfortverhalten, da diese Verhaltensweisen dem Erhalt und der Pflege der Körperoberfläche dienen (VAN ROOIJEN, 2005). Eine Hauptfunktion des Staubbadens ist dabei unter anderem die Reinigung und die Entfettung des Federkleides (NØRGAARD-NIELSEN, 1997). VAN LIERE und BOKMA (1987) zeigten, dass durch das Substrat, welches beim Staubbadevorgang in das Gefieder eingebracht wird, die Daunenfedern aufgelockert werden und das Deckgefieder zugleich dichter wird. Des Weiteren wird dem Gefieder Feuchtigkeit entzogen und die Wärmeisolation verbessert. Auch

NICOLAI (1962) konnte den Effekt der Aufrechterhaltung der Wärmedämmung und der Flugfähigkeit feststellen. Ein weiterer Effekt des Staubbadens ist die Entfernung von Ektoparasiten (MARTIN und MULLENS, 2012). VAN ROOIJEN (2005) unterteilte den Vorgang des Staubbadens in vier Phasen: 1.) „Vorbereitungsstadium“ (Schaffen einer Grube im Staubbadesubstrat), 2.) „Einführungsphase“ (Verteilen und Einarbeiten des Substrates in das Gefieder), 3.) „Vollendungsphase“ (Einwirken des Substrates), 4.) „Nachphase“ (Abschütteln des Substrates). Die Dauer eines normalen Staubbades wird in der Literatur mit 20 bis 30 Minuten beschrieben (ENGELMANN, 1984; VAN LIERE et al., 1990; WIERS et al., 1999; SEWERIN, 2002). Im Durchschnitt zeigten Hühner das Staubbaden alle zwei Tage (VAN LIERE, 1991; VAN NIEKERK und REUVEKAMP, 2000). Zahlreiche Studien belegen, dass Staubbaden häufig von mehreren Tieren zeitgleich durchgeführt wird (ABRAHAMSSON et al., 1996; OLSSON, 2001; SEWERIN, 2002). SEWERIN (2002) beobachtete im Durchschnitt eine Gruppe von 20 Tieren, die zeitgleich Staubbaden zeigten. VESTERGAARD et al. (1990) stellten die Vermutung auf, dass ein charakteristischer Laut, der während des Staubbadens ausgestoßen wird, zur Synchronisation der Gruppe beiträgt. VAN LIERE et al. (1990) stellten fest, dass Legehennen Sand als Staubbadematerial bevorzugten. SANOTRA et al. (1995) zeigten, dass Küken die in den ersten Lebensstagen mit Sand, Federn und Stroh als Beschäftigungsmaterial aufgezogen wurden, an ihrem 15. und 16. Lebenstag ebenfalls Sand als Staubbadematerial bevorzugten. Auch Küken, die erst an ihrem 25. Lebenstag Zugang zu Sand als Staubbadematerial erhielten und davor nur Zugang zu Stroh, Federn und Sägespänen hatten, präferierten Sand als Staubbadesubstrat. Tiere, die auf Gitterböden gehalten wurden oder keinen Zugang zu geeignetem Staubbadesubstrat erhielten, zeigten sogenanntes „Pseudostaubbaden“. Dabei führten die Tiere das Staubbadeverhalten in gekürzter Form durch (APPLEBY et al., 1993).

KRUIJT (1964) konnte bereits am ersten Lebenstag Staubbadebewegungen, wie zum Beispiel das Körperschütteln, bei Küken beobachten. HOGAN und VAN BOXEL (1993) stellten fest, dass das vollständige Verhaltensmuster des Staubbadens bei Küken ab einem Alter von einer Lebenswoche zu erkennen ist. Im Alter von zwei bis drei Lebenswochen zeigten die Tiere zwei- bis dreimal täglich staubbaden, verbrachten damit aber insgesamt nur 20 Minuten pro Tag. Adulte Tiere zeigten nur jeden zweiten Tag einmalig staubbaden, benötigten für diesen

Ablauf aber ca. 28 Minuten (HOGAN und VAN BOXEL, 1993).

### **2.3. Ruheverhalten**

Schlaf ist besonders für Jungtiere sehr wichtig (MALLEAU et al., 2007). HESS (1959) zeigte in einer Studie, dass junge Entenküken direkt nach dem Schlupf 12 bis 16 Stunden ruhten. Gängige Praxis ist es, dass die Küken drei bis fünf Tage nach dem Schlupf durchgehend künstliches Licht erhalten (MALLEAU et al., 2007). Die Länge der Schlafphase sinkt in den ersten beiden Lebenswochen bei Hühnervögeln ab (MASCETTI et al., 2004). Ab einem Alter von 15 Lebenstagen, sollten Jung- und Legehennen eine zusammenhängende Dunkelphase von 8 Stunden, zum Ausüben des Ruheverhaltens, zur Verfügung haben (LAVES, 2013). Ethologische Studien haben herausgefunden, dass es drei unterschiedliche Ruheintensitäten gibt, und unterschieden dabei: Stehen, Sitzen oder Liegen im Wachzustand; Stehen, Sitzen oder Liegen dösend (Augen geöffnet oder geschlossen, Schnabel kann Brustgefieder aufliegen); und Stehen, Sitzen oder Liegen schlafend (Kopf ist unter Flügel oder seitlich ins Gefieder gesteckt) (BLOKHUIS, 1984; OESTER, 2005). Nachts ruhten Hühner in der Regel sitzend mit geschlossenen Augen und dem Kopf ins Gefieder gesteckt (OESTER, 2005). Küken ruhten in den ersten Lebenswochen üblicherweise mit Körperkontakt und auf dem Boden (OESTER, 2005). Erst ab der vierten bis sechsten Lebenswoche zeigten die Tiere das Schlafen an erhöhten Plätzen (z.B. Sitzstangen), was als „Aufbaumen“ bezeichnet wird (OESTER, 2005). WOOD-GUSH (1971) sah dabei einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten des Aufbaumens und dem Zeitpunkt, an dem üblicherweise die Aufsicht durch die Glucke zu Ende geht. Einige Studien zeigten, dass das Aufbaumen unbedingt schon während der Aufzucht ermöglicht und erlernt werden sollte, da so das Risiko für einen Ausbruch von Federpicken und Kannibalismus reduziert werden konnte (FRÖHLICH und OESTER, 1988; FRÖHLICH, 1989; GUNNARSSON et al., 1999; YNGVESSON, 2002).

### **2.4. Ontogenese des Flugverhaltens**

Fliegen ist bei Hühnern ein essenzieller Bestandteil des Fluchtverhaltens (FÖLSCH und VESTERGAARD, 1981; HEIZMANN, 1986). Zur Ausübung des Ruheverhaltens und der Gefiederpflege präferieren Hühner erhöhte Orte (FRÖHLICH, 1983). Haushühner können im Vergleich zu den „ursprünglichen“ Bankivahühnern nicht gut fliegen (FRÖHLICH, 2005). KRUIJT (1964) konnte

bereits ab dem dritten Lebenstag, FÖLSCH und VESTERGAARD (1981) erst nach einigen Wochen, Flattern bei Küken beobachten. Der Übergang von Flattern/Flügelschlagen in Verbindung mit Rennen zum Fliegen war dabei fließend (FRÖHLICH, 2005).

Komplexe Voliersysteme mit bis zu vier übereinander angeordneten Ebenen bieten Hühnern einerseits die Möglichkeit, ihr ganzes Verhaltensrepertoire auszuüben (MOINARD et al., 2004), andererseits besteht bei unbeabsichtigten Abstürzen auch die Gefahr von Verletzungen wie zum Beispiel Knochenbrüchen. GREGORY et al. (1990) fanden heraus, dass 25 % der Kadaver von Legehennen aus Volierenhaltungen alte Brüche, vor allem der Gabelbeine (*Furculae*) und der Brustbeinkämme (*Carinae sterni*), aufzeigten. MOINARD et al. (2004) beobachteten außerdem, dass Ungenauigkeiten im Zuge der Landung häufiger bei Abwärtsbewegungen stattfanden. Dies geht einher mit den Ergebnissen der Studie von SCOTT et al. (1997), wonach die meisten Tiere Distanzen nach oben bis zu einem Winkel von 60 Grad überwunden haben, abwärts aber ab einem Winkel von 30 Grad nur selten Wechsel zwischen den Sitzstangen durchgeführt wurden.

### **2.5. Circadianer Rhythmus**

Unterschiede zwischen Hell- und Dunkelphasen dienen dem Geflügel als Zeitgeber für Bewegungs- und Verhaltensmuster, Körpertemperatur, Herz- und Atemfrequenz (OSHIMA et al., 1974; BHATTI und MORRIS, 1978). Dabei besitzen Hennen einen angeborenen circadianen Rhythmus für Verhaltensweisen wie Ruhen, Staubbaden und Futteraufnahme (BLOKHUIS, 1983; MCLEAN et al., 1986). Adulte Legehennen mit einer 14-stündigen Hellphase zeigten folgenden Rhythmus: Futter- und Wasseraufnahme in Anschluss an die Eiablage (nach Morgendämmerung), anschließend Ruhen, Gefiederpflege und Staubbaden um die Mittagszeit und Futtersuchverhalten am Nachmittag (ODÉN et al., 2002). Im Kükenalter wird die Herde durch ein intermittierendes Lichtprogramm mit abwechselnder Hell- und Dunkelphase gesteuert (LOHMANN TIERZUCHT GMBH, 2005). Der Tag wird dadurch in Ruhe- und Aktivitätsphasen aufgeteilt und das Gruppenverhalten, wie zum Beispiel die Futter- und Wasseraufnahme, synchronisiert (LOHMANN TIERZUCHT GMBH, 2005).

## **3. Gesetzlicher Hintergrund**

Die Regelungen der „Richtlinie zur Festlegung von Mindestanforderungen zum

Schutz von Legehennen“ (RICHTLINIE 1999/74/EG ,1999) gelten europaweit für die Haltung von Hennen im legereifen Alter. Diese Richtlinie wird durch die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung in deutsches Recht umgesetzt (TierSchNutzTV, 2006). §14 der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung schreibt vor, dass nur Legehennen eingestallt werden dürfen, welche zuvor in der Aufzucht an die Art der Haltungsbedingungen gewöhnt wurden (§14 Abs 1 Nr.4, TierSchNutzTV 2006). Mindestanforderungen an die Haltungsbedingungen von Junghennen, wie zum Beispiel die maximale Besatzdichte pro m<sup>2</sup> nutzbare Stallfläche oder die Länge der Sitzstange pro Tier während der Aufzuchtphase, sind darin nicht enthalten. Nach den Empfehlungen der Anlagenhersteller können in Volierenhaltungen der Junghennenaufzuchten Besatzdichten mit bis zu 30 Tieren/m<sup>2</sup> begehbare Stallfläche vorkommen (LOHMANN TIERZUCHT GMBH, 2005). Das Niedersächsische Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit veröffentlichte 2013 Empfehlungen zur Junghennenaufzucht im Hinblick auf die Prävention von Federpicken und Kannibalismus. Unter anderem wird in dieser Empfehlung die kontinuierliche Bereitstellung von Beschäftigungsmaterialien, wie zum Beispiel Picksteine oder Luzerneballen, und eine Besatzdichte von maximal 18 Tieren/m<sup>2</sup> nutzbare Fläche ab dem 35. Lebenstag empfohlen (LAVES, 2013). Die niedersächsische Landesregierung hat dem Bundesrat außerdem den Entwurf einer Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung zukommen lassen, der vom Bundesrat an die Bundesregierung weitergeleitet wurde (BUNDESRAT, 2016). Ein zentraler Punkt dieses Entwurfes ist die rechtlich verbindliche Festlegung der Haltungsanforderungen während der Aufzuchtperiode. Unter anderem wird darin eine rechtlich verbindliche Besatzdichte (maximal 18 Tiere/m<sup>2</sup> nutzbare Fläche ab dem 21. Lebenstag) und der Zugang zu Beschäftigungsmaterialien (spätestens ab dem dritten Lebenstag) gefordert. In einer Stellungnahme vom 14.03.2017 verlangte die Bundesregierung eine weitere Prüfung dieser Änderungen durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, bevor diese umgesetzt werden (BUNDESRAT, 2017). Anforderungen an die Besatzdichte (18 Tiere/m<sup>2</sup> Nutzfläche ab Lebenstag 35) und das Vorhandensein von Beschäftigungsmaterial (von Beginn an soll manipulierbares Beschäftigungsmaterial zur Verfügung stehen, das regelmäßig erneuert wird) in der Aufzucht stellt auch die „Vereinbarung zur Verbesserung des Tierwohls“ (BMEL, 2015).

Das Schnabelkürzen, das erst nach einer Erlaubnis der zuständigen Behörde ausgeführt werden durfte, wurde bis zum 01. Januar 2017 in Deutschland bei Küken routinemäßig durchgeführt (TierSchG, 2006). Laut §6 des Tierschutzgesetzes ist das „vollständige oder teilweise Amputieren von Körperteilen...eines Wirbeltieres verboten“ (TierSchG, 2006). Im Juli 2015 wurde eine freiwillige Vereinbarung zwischen dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, dem Zentralverband der Deutschen Geflügelwirtschaft e.V. und dem Bundesverband Deutsches Ei e.V. unterzeichnet, die vorsieht, dass ab 1. Januar 2017 keine schnabelkupierte Legehennen mehr eingestallt werden (BMEL, 2015).



### **III. TIERE, MATERIAL UND METHODEN**

Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Verhalten und Gesundheitszustand von Junghennen in Volierenaufzuchten im Hinblick auf die Etablierung von Mindestanforderungen für die Junghennenaufzucht“ (Förderkennzeichen: Az. K3-2533-PN 14-25), das durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz über das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit gefördert wurde, entstanden neben der vorliegenden Arbeit zwei weitere Dissertationen. Die Dissertation von Frau Dr. Helmer mit dem Titel „Der Einfluss verschiedener Besatzdichten und Enrichmentmaßnahmen auf die Verhaltensentwicklung von Junghennen während der Haltung im Volierenblock“ ist bereits veröffentlicht (HELMER, 2017). Die Dissertation von Herrn Liebers zu Tiergesundheit und stallklimatischen Untersuchungen ist derzeit in Bearbeitung. Die Auswertungen des sanften (gentle feather pecking = GFP) und des starken Federpickens (severe feather pecking = SFP) sowie des aggressiven Pickens und des ressourcenbezogenen Pickens am Beschäftigungsmaterial (enrichment pecking) in Abhängigkeit der Untersuchungsgruppe sind Teil der Veröffentlichung und werden in Kapitel IV beschrieben. Diesem Kapitel können außerdem Informationen über die Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen bezüglich Besatzdichte und Beschäftigungsmaterialien entnommen werden. Neben dem Pickverhalten (siehe Veröffentlichung in Kapitel IV) wurde das Normalverhalten und das Ruheverhalten der Junghennen beobachtet und ausgewertet. Nachfolgend werden Material und Methoden für diese Auswertungen beschrieben.

#### **1. Ausstattung der Voliere**

Wie in der Veröffentlichung in Kapitel IV beschrieben, wurden die Tiere in einer dreistöckigen Voliere der Firma Meller (Typ 501-3, Meller GmbH, Melle, Niedersachsen) aufgezogen. Eine Voliereneinheit war 2,44 m hoch und 2,41 m lang. In Abbildung 1 ist die Ausstattung der einzelnen Ebenen der Voliere skizziert. Die gesamte Tränkelinie war in der Höhe (14 – 45 cm) verstellbar und wurde entsprechend der Größe der Tiere angepasst. Für das Forschungsvorhaben wurden sechs aneinandergrenzende Abteile inklusive des Außenganges mit Videokameras ausgestattet (Abbildung 5). Die ersten drei Abteile bestanden aus jeweils vier



Voliereneinheiten (Länge: 9,64 m). Die hinteren Abteile bestanden aus jeweils fünf Voliereneinheiten (Länge: 12,05 m). Die Tiere hatten durchgängig Zugang zu Wasser. Die Fütterung wurde zeitgesteuert, mithilfe einer automatischen Futterkette (acht bis neun Fütterungszeiten pro Tag), durchgeführt.

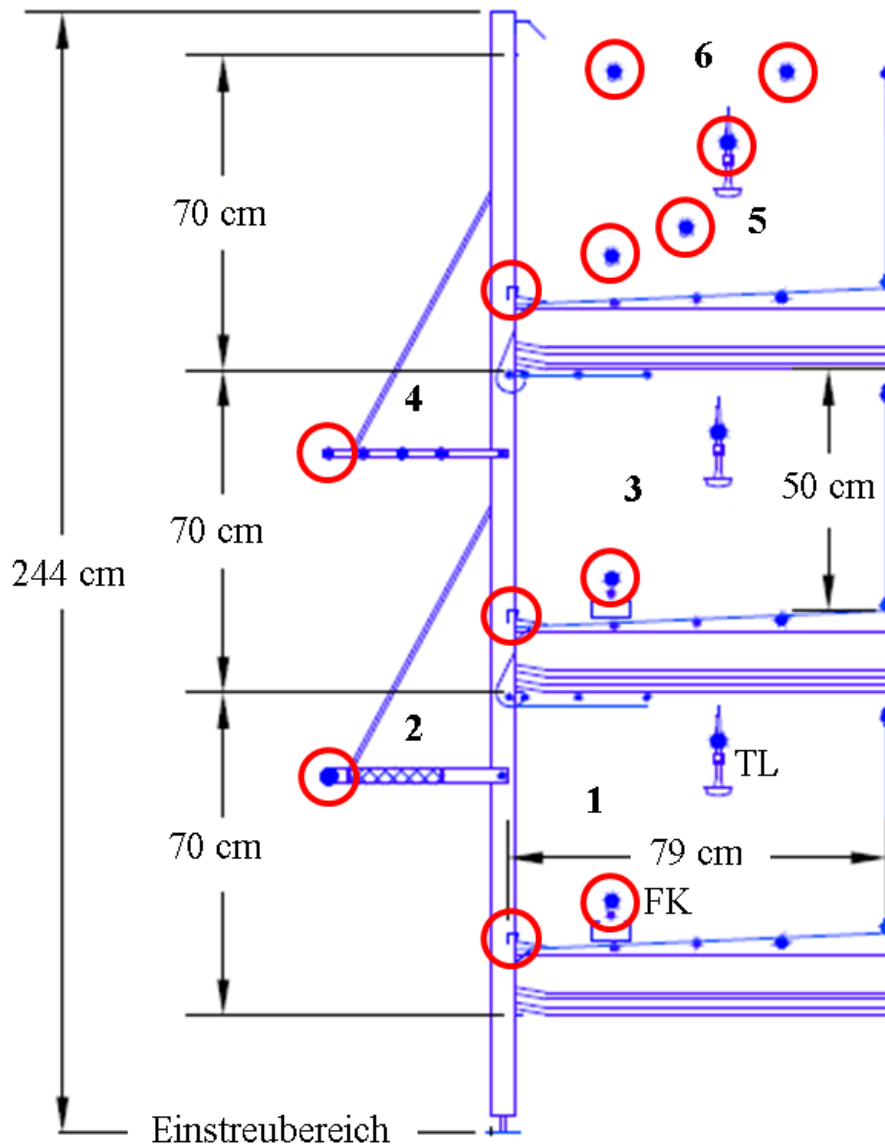


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Voliere (Querschnitt, nicht maßstabsgetreu)

Modifiziert nach Meller Anlagenbau GmbH, Melle (MELLER, 2012). 1= Ebene 1 der Voliere (inkl. Futterkette (FK) und Tränkelinie (TL)), 2= Anflugbalkon 1, bestehend aus Gitterboden und einem Anflugrohr, 3= Ebene 2 der Voliere (inkl. Futterkette und Tränkelinie), 4= Anflugbalkon 2, bestehend aus vier Sitzrohren, 5= Ebene 3 der Voliere (inkl. Tränkelinie), 6= Ebene 4, bestehend aus Sitzstangen, rot umkreist= Sitzstangen der Voliere

## 2. Anbringung der Kameras

Entsprechend der in der Veröffentlichung (siehe Kapitel IV) beschriebenen Anbringung der Kameras in der zweiten Ebene der Voliere und unter dem zweiten Anflugbalkon wurden diese Aufzeichnungen auch für die Auswertungen des Normalverhaltens während der Hellphase und des Ruheverhaltens während der Dunkelphase benutzt (siehe Kapitel IV und Abbildung 2 und Abbildung 3).



Abbildung 2: Kamera in der Voliere.

Links = Anbringung der Kamera in Ecke der Voliere (roter Kreis) und Sicherung mit Kabelbindern und Kabeltunnel, Rechts = Screenshot des Sichtfeldes der Kamera im Infrarotmodus



Abbildung 3: Kamera unterhalb des Anflugbalkons.

Links = Anbringung der Kamera unter dem zweiten Anflugbalkon (roter Kreis) und Sicherung mit Kabelbindern, Kabeltunnel und Schneidebrett (oberhalb der Kamera), Rechts = Screenshot des Sichtfeldes der Kamera.

Für die Auswertungen der Nutzung und Wechsel der Volierebenen wurde in jedem Abteil eine zusätzliche Kamera an der Tür zum nächsten Abteil befestigt. Die Anbringung wurde so gewählt, dass alle Ebenenwechsel (Ebene 1 bis 4) und die Wechsel zwischen den Anflugbalkonen und den Ebenen beobachtet werden konnten (Abbildung 1 und Abbildung 4). In jedem der sechs Abteile wurden somit fünf Kameras (VTC-E220IRP SANTEC Farb-Spezialkameras mit Infrarot-LED der Firma Santec BW AG, Ahrensburg) angebracht (Abbildung 5).



Abbildung 4: Kamera zur Beobachtung der Ebenenwechsel (= Gangkamera).

Links = Anbringung der Kamera an der Tür zum nächsten Abteil (roter Kreis).  
Rechts = Beobachteter Bereich in Bezug auf die Wechsel der Ebenen (die roten Striche entsprechen einer Voliereinheit).

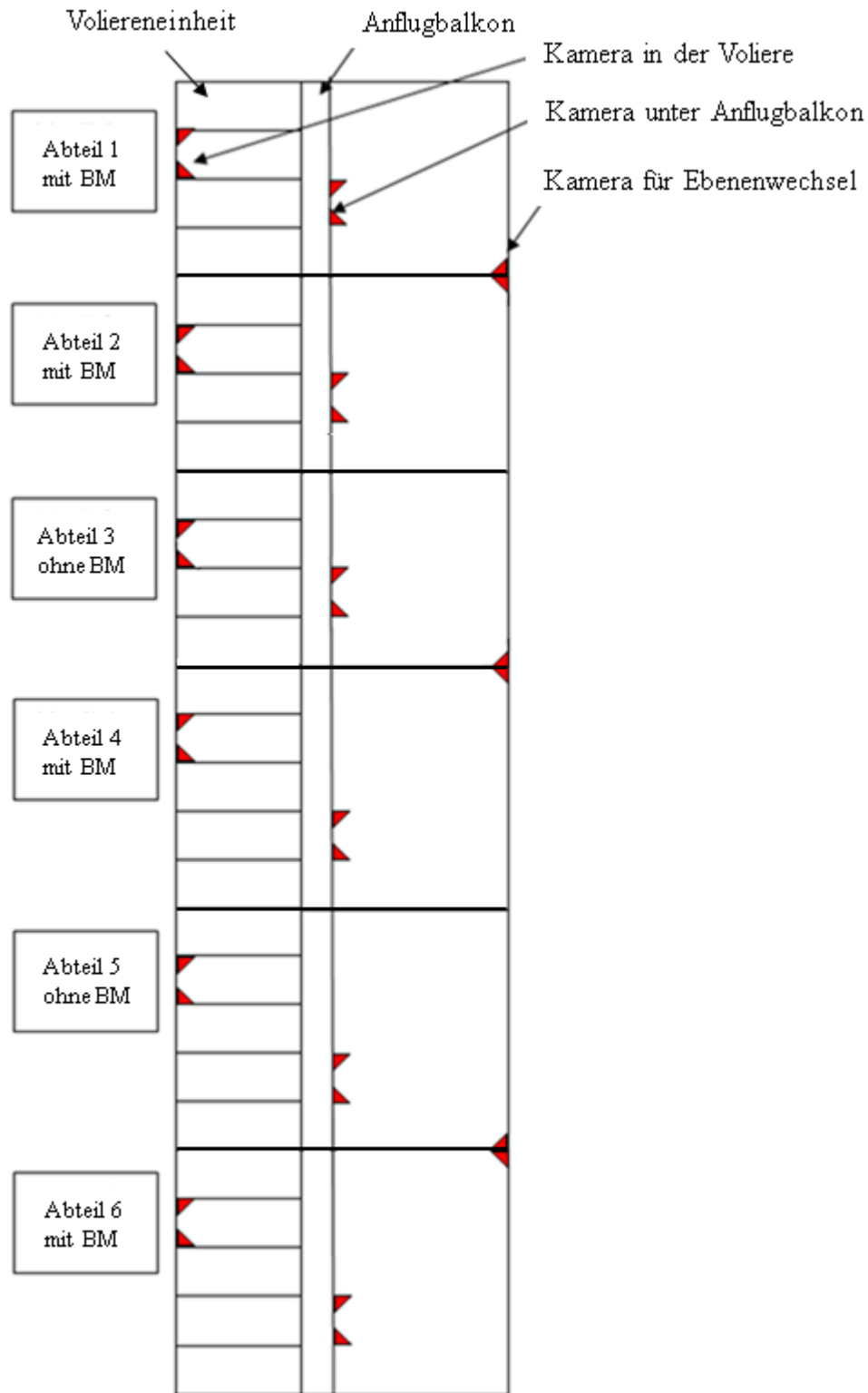


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Anbringung der Kameras in den Untersuchungsabteilen (Abteil 1 bis 6) aus der Vogelperspektive.

BM = Beschäftigungsmaterial, jedes Abteil besteht aus vier bzw. fünf Voliereneinheiten, Abteil 1 und 6 = Untersuchungsgruppe 2; Abteil 2 und 4 = Untersuchungsgruppe 3; Abteil 3 und 5 = Untersuchungsgruppe 1.

### **3. Auswertungsmethoden des Videomaterials**

Die Auswertung des Videomaterials erfolgte nach den Methoden der „sampling“ und „recording rules“ von MARTIN und BATESON (2007).

Das „Scan Sampling“ wurde für die Auswertungen des Normalverhaltens der Tiere während der Hellphase und das Ruheverhalten der Tiere während der Dunkelphase verwendet. Dabei wird anhand eines „Standbildes“ zur vollen Stunde das Verhalten jeden einzelnen Tieres im Sichtfeld der Kamera zu diesem Zeitpunkt ausgewertet.

#### **3.1. Scan Sampling des Normalverhaltens**

Im Zuge der Erfassung des Normalverhaltens der Tiere wurden insgesamt 16 definierte Verhaltensweisen in dem jeweiligen Funktionsbereich ausgewertet (Tabelle 1, Abbildung 6 und Abbildung 7). Als Verhaltensweisen „neben dem Beschäftigungsmaterial“ wurden Handlungen bezeichnet, welche maximal eine Huhnbreite neben einem Beschäftigungsmaterial ausgeführt wurden. Diese Verhaltensweisen, ebenso wie die Verhaltensweise „Picken“ gegen das Beschäftigungsmaterial, wurde nur in den Untersuchungsgruppen 2 und 3 ausgewertet, da nur diese Gruppen Beschäftigungsmaterial zur Verfügung hatten (siehe Veröffentlichung, Kapitel IV). Da jede Kamera ein unterschiedlich großes Sichtfeld hatte, wurden die Verhaltensweisen und die Tierzahlen pro m<sup>2</sup> erfasst. In Abhängigkeit von der Hellphase wurden an den Lebenstagen 36, 50, 64, 78, 92, 106 und 120 fünf bis neun „Scan samplings“, jeweils zu Beginn einer vollen Stunde, durchgeführt (Tabelle 2).



Tabelle 1: Ethogramm der Verhaltensweisen des Scan Samplings der Hellphase.

BM= Beschäftigungsmaterial (Pickstein, Pickblock, Luzerneballen). Modifiziert nach PLATTNER (2015)

Verhaltensweise	Definition der Verhaltensweise
<b>Stehen</b>	Aufenthalt auf ein oder zwei Beinen ohne Fortbewegung mit erhobenem Kopf
<b>Stehen neben BM</b>	Aufenthalt auf ein oder zwei Beinen ohne Fortbewegung; zwischen BM und dem stehenden Tier ist maximal eine Tierbreite Platz
<b>Ruhen</b>	Liegen oder auf den Sitzstangen oder dem Boden sitzend, bewegungslos mit/ohne unter den Flügel gestecktem Kopf
<b>Ruhen neben BM</b>	Liegen oder bewegungslos sitzend mit/ohne unter den Flügel gestecktem Kopf, zwischen BM und dem ruhenden Tier ist maximal eine Tierbreite Platz
<b>Futterraufnahme</b>	Fressen an Futterkette
<b>Wasseraufnahme</b>	Trinken an Tränkelinie
<b>Futtersuchverhalten</b>	Scharren mit Füßen und/oder Picken auf den Boden gerichtet
<b>Futtersuchverhalten neben BM</b>	Scharren mit Füßen und/oder Picken auf den Boden gerichtet, zwischen BM und dem futtersuchenden Tier ist maximal eine Tierbreite Platz
<b>Staubbaden</b>	Auf der Seite liegen und abwechselnd mit den Füßen scharren oder mit den Flügeln schlagen im Einstreubereich oder auf dem Kükenpapier
<b>Staubbaden neben BM</b>	Auf der Seite liegen und abwechselnd mit den Füßen scharren oder mit den Flügeln schlagen im Einstreubereich oder auf dem Kükenpapier, zwischen BM und dem staubbadenden Tier ist maximal eine Tierbreite Platz
<b>Pseudostaubbaden</b>	Gleiche Bewegungen wie beim Staubbaden, aber auf dem Gitterboden der Voliere
<b>Pseudostaubbaden neben BM</b>	Gleiche Bewegungen wie beim Staubbaden, allerdings auf dem Gitterboden der Voliere, zwischen BM und dem pseudostaubbadenden Tier ist maximal eine Tierbreite Platz
<b>Picken auf BM</b>	Gezielte Pickbewegungen gegen das BM, Huhn steht dabei auf dem BM
<b>Picken neben BM</b>	Gezielte Pickbewegungen gegen das BM, Huhn steht dabei neben dem BM
<b>Gefiederpflege</b>	Putzen und Ordnen des Gefieders und/oder sich mit dem Fuß am Kopf/Hals kratzen
<b>Gefiederpflege neben BM</b>	Putzen und Ordnen des Gefieders und/oder sich mit dem Fuß am Kopf/Hals kratzen, zwischen BM und dem Tier ist maximal eine Tierbreite Platz

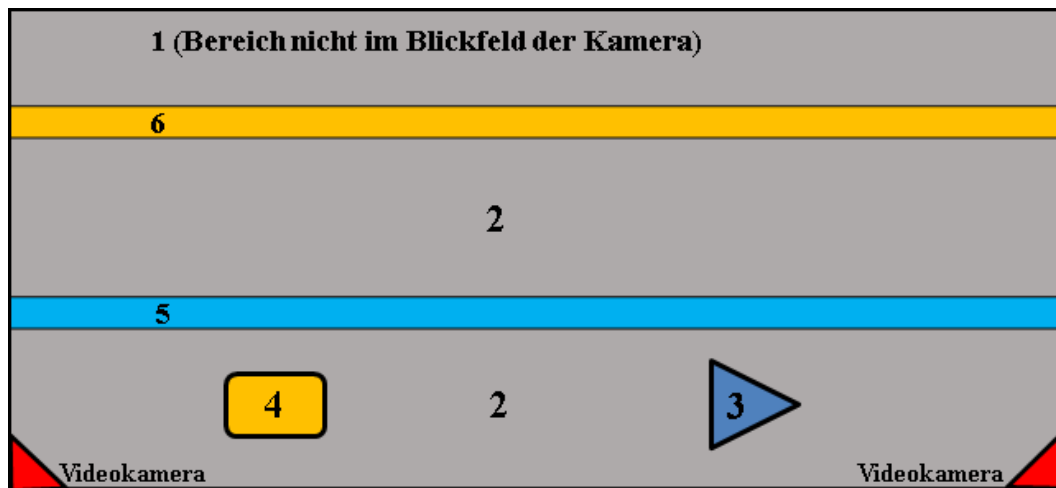


Abbildung 6: Übersicht über die beobachteten Funktionsbereiche einer Voliereinheit.

1 = Bereich nicht im Blickfeld der Kamera, 2 = Gitterboden der Voliere, 3 = Pickstein in der Voliere (nur in UG 2 und 3), 4 = Pickblock in der Voliere (nur in UG 2 und 3), 5 = Tränkelinie mit darüberliegender Sitzstange, 6 = Futterkette mit darüberliegender Sitzstange. UG = Untersuchungsgruppe.

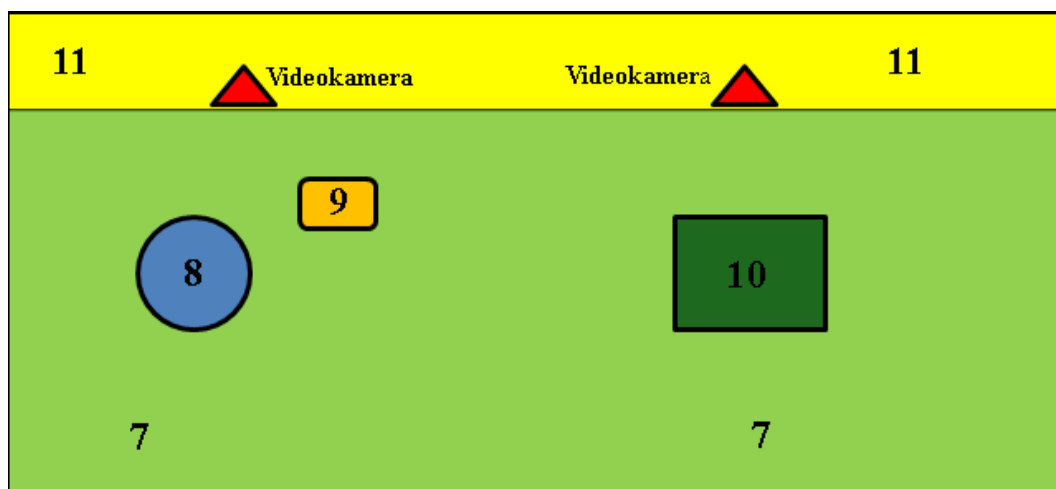


Abbildung 7: Übersicht über die beobachteten Funktionsbereiche des Einstreubereiches.

7 = Einstreubereich mit Stroh, 8 = Pickstein im Einstreubereich (nur in UG 2 und 3), 9 = Pickblock im Einstreubereich (nur in UG 2 und 3), 10 = Luzerneballen im Einstreubereich (nur in UG 2 und 3), 11 = Anflugbalkon 2. UG = Untersuchungsgruppe.

### **3.2. Scan Sampling des Ruheverhaltens**

Das bevorzugte Ruheverhalten der Tiere in Abhängigkeit vom Lebensalter und in Bezug auf die unterschiedlichen Funktionsbereiche wurde zu zwei Zeitpunkten der Dunkelphase beobachtet. Das Standbild wurde dabei an den Lebenstagen 36, 50, 64, 78, 92, 106 und 120 an zwei festgelegten Zeitpunkten (2 h bevor das Licht anging und 2 h nachdem das Licht ausgeschaltet wurde) jeweils zu Beginn einer vollen Stunde, ausgewertet (Tabelle 2).

#### **3.2.1. Entwicklung des bevorzugten Ruheverhaltens in Abhängigkeit vom Lebensalter**

Um die Entwicklung der bevorzugten Art des Ruhens im Verlauf des Lebensalters der Tiere zu beobachten, wurde die jeweils dominierende Ruheart an den oben aufgeführten Beobachtungszeitpunkten dokumentiert. Dabei wurde zwischen folgenden „Ruheformen“ unterschieden:

- Liegend/sitzend Ruhen einzeln
- Liegend/sitzend Ruhen in Gruppen von 2 bis 10 Tieren
- Liegend/sitzend Ruhen in Gruppen >10 Tieren
- kein Ruhen von Tieren im jeweiligen Funktionsbereich
- stehend Ruhen einzeln
- stehend Ruhen in Gruppen 2 bis 10 Tieren
- stehend Ruhen in Gruppen > 10 Tiere

#### **3.2.2. Ruheverhalten in Abhängigkeit von den Funktionsbereichen**

Für die Erfassung des Ruheverhaltens in den unterschiedlichen Funktionsbereichen einer Voliereneinheit (2. Ebene) und des Einstreubereiches wurde, in Bezug auf die beobachteten Funktionsbereich, dieselbe Einteilung gewählt wie für die Auswertung des Normalverhaltens während der Hellphase (siehe Abbildung 6 und Abbildung 7).

### **3.3. Continuous recording über die Nutzung der Volierenebenen in Abhängigkeit vom Lebenstag und Beobachtungszeitpunkt**

Um die Nutzung der unterschiedlichen Ebenen der Voliere (Abbildung 1) durch die Junghennen zu erfassen, erfolgte dreimal täglich (Beginn der Hellphase (morgens), Mitte der Hellphase, Beginn Dunkelphase (abends)) ein jeweils dreiminütiges „Continuous recording“ (Tabelle 2). Mittels „behaviour sampling“ wurde so das



Auftreten einer bestimmten Verhaltensweise, in diesem Falle des Wechsels der unterschiedlichen Ebenen der Voliere, in einer Gruppe erfasst. Die Kameras wurden seitlich zur Voliere ausgerichtet (Abbildung 4). Zu jedem Beobachtungszeitpunkt wurde in jedem Abteil je eine Voliereneinheit erfasst (Abbildung 4). Die Gesamtzahl der Tiere des Abteils wurde durch die Anzahl der Voliereneinheiten dividiert, um so die rechnerische Anzahl der Tiere in einer Einheit zu erhalten. Die Gesamtzahl der beobachteten Wechsel der Ebenen wurde durch diese Tierzahl dividiert, um so die Ebenenwechsel pro Tier/3 min zu ermitteln. Es wurden Ebenenwechsel nach oben (EW up) und Ebenenwechsel nach unten (EW down) dokumentiert. In Abbildung 1 sind die unterschiedlichen Ebenen der Voliere dargestellt. Als Ebenenwechsel wurde das gezielte Anfliegen einer anderen Ebene, eines Anflugbalkones oder des Einstreubereiches erfasst. Der Wechsel zwischen Einstreubereich und Ebene 1 sowie der Wechsel zwischen Ebene 1 und Anflugbalkon 1 konnte nicht als Ebenenwechsel erfasst werden, da dieser Bereich nicht ausreichend einsehbar war.

Tabelle 2: Übersicht über die Anzahl der Scan samplings (Scan) und Continuous recordings (Continuous) in Durchgang 1 und 2.

LT= Lebenstag, EW=Ebenenwechsel

<b>Durchgang 1</b>				
LT	Scan Hellphase	Scan Dunkelphase	Continuous EW	Dauer Hellphase
<b>36</b>	9	2	3	15h
<b>50</b>	9	2	3	13h
<b>64</b>	7	2	3	12h
<b>78</b>	5	2	3	10h
<b>92</b>	5	2	3	10h
<b>106</b>	5	2	3	10h
<b>120</b>	7	2	3	11h
<b>Durchgang 2</b>				
LT	Scan Hellphase	Scan Dunkelphase	Continuous EW	Dauer Hellphase
<b>36</b>	9	2	3	15h
<b>50</b>	9	2	3	13h
<b>64</b>	7	2	3	11h
<b>78</b>	5	2	3	9h
<b>92</b>	5	2	3	10h
<b>106</b>	5	2	3	10h
<b>120</b>	5	2	3	9h

### **3.4. Continuous recording des Pickverhaltens**

Näheres hierzu ist der Veröffentlichung in Kapitel IV zu entnehmen.

## **4. Statistik**

Alle Analysen wurden mit der statistischen Programmiersprache R (R CORE TEAM, 2015) unter Anleitung von Dr. Paul Schmidt, Pfinztal, durchgeführt. Für Grafiken wurde das Paket ggplot2 (WICKHAM, 2009) und die Software IBM SPSS Statistics 23 (IBM Deutschland GmbH, Ehningen) verwendet. Die Eingabe und Aufbereitung der Rohdaten erfolgte mithilfe von Microsoft Excel, 2016 (Firma Microsoft Corporation, Redmond). Für die Datenverarbeitung wurden die Pakete reshape2 und dplyr eingesetzt, die statistischen Analysen verwenden zum Teil Funktionen aus dem Paket INLA (RUE et al., 2009).

Bezüglich der Auswertung des Normalverhaltens wurde für jede Verhaltensweise ein logistisches Regressionsmodell für binomialverteilte Zielgrößen verwendet. Für die Modellierung der Einflussgrößen: Stunden nach Lichtbeginn und Lebens-tage, wurden unstrukturierte zufällige Effekte, sogenannte „random effects“, gewählt. Die Unterschiede zwischen den drei Untersuchungsgruppen wurden als feste Effekte modelliert und die entsprechenden Linearkombinationen beachtet, wodurch ein generalisiertes lineares gemischtes Modell entstand. Die Regressionsmodelle wurden mit Hilfe des INLA-Ansatzes geschätzt.

Um bezüglich des Ruheverhaltens statistische Aussagen über die Zusammenhänge zwischen den bevorzugten Funktionsbereichen für das Ausüben des jeweiligen Ruheverhaltens treffen zu können, wurde ebenfalls ein logistisches Regressionsmodell berechnet. Für die Auswertung der bevorzugten Funktionsbereiche wurde über alle Ruhearten ein einziges Modell geschätzt und die Effekte für die Funktionsbereiche entsprechend der Ruhearten gruppiert.

Für die Berechnungen der Nutzung der Ebenen der Voliere zu den unterschiedlichen Beobachtungszeitpunkten (feste Effekte) wurde ebenfalls ein lineares gemischtes Modell gewählt und die Regressionskoeffizienten sowie das 95% Unsicherheitsintervall ermittelt.



## **IV. PUBLIZIERTE STUDIENERGEBNISSE**

Miriam Zepp<sup>1</sup>, Helen Louton<sup>1</sup>, Michael Erhard<sup>1</sup>, Paul Schmidt<sup>2</sup>, Franziska Helmer<sup>1</sup>,  
Angela Schwarzer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung,  
Veterinärwissenschaftliches Department, Ludwig-Maximilians-Universität,  
München

<sup>2</sup>Statistical Consulting for Science and Research, Pfinztal

**The influence of stocking density and enrichment on the occurrence of feather  
pecking and aggressive pecking behavior in laying hen chicks**

Journal of Veterinary Behavior 2018, 24, S. 9 – 18

Angenommen am 28. Dezember 2017

<https://doi.org/10.1016/j.jveb.2017.12.005>





Contents lists available at ScienceDirect

## Journal of Veterinary Behavior

journal homepage: [www.journalvetbehavior.com](http://www.journalvetbehavior.com)

## Research

## The influence of stocking density and enrichment on the occurrence of feather pecking and aggressive pecking behavior in laying hen chicks



Miriam Zepp<sup>a</sup>, Helen Louton<sup>a</sup>, Michael Erhard<sup>a</sup>, Paul Schmidt<sup>b</sup>, Franziska Helmer<sup>a</sup>, Angela Schwarzer<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Veterinary Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, LMU Munich, Munich, Germany

<sup>b</sup> Statistical Consulting for Science and Research, Pfingsttal, Germany

## ARTICLE INFO

## Article history:

Received 6 September 2017

Received in revised form

1 December 2017

Accepted 28 December 2017

Available online 6 January 2018

## Keywords:

feather pecking  
aggressive pecking  
rearing  
stocking density  
enrichment

## ABSTRACT

The housing conditions and environments experienced during the rearing period can influence the development of feather pecking in chickens during this time and in the subsequent laying period. The aim of this study was to investigate the effect of a reduced stocking density and the provision of enrichment materials on the occurrence of feather pecking in hen chicks under commercial rearing conditions. Three groups, identical in age, laying strain, and management but kept with different stocking densities and varying availability of enrichment (pecking stone, pecking block, and lucerne bale), were observed. Group 1 had a high stocking density (22.9 animals per m<sup>2</sup>) and no access to enrichment, group 2 had a lower stocking density (18.1 animals per m<sup>2</sup>) plus enrichment, and group 3 had a high stocking density (22.9 animals per m<sup>2</sup>) plus the same enrichment as group 2. Behavioral observations from video recordings were made on the occurrence of enrichment pecking, gentle feather pecking (GFP), severe feather pecking (SFP), and aggressive pecking. Furthermore, the influence of enrichment pecking on the occurrence of GFP, SFP, and aggressive pecking and the effect of SFP on the plumage condition were examined. The comparison of the 2 groups with enrichment demonstrated that the group with the higher stocking density showed a higher rate of SFP (95% confidence interval [CI] for the difference: [0.001–0.015]). The comparison of the 2 groups with and without enrichment but with equal stocking densities showed that the group with access to enrichment had significantly lower rates of GFP (95% CI: −0.019 to −0.006), SFP (95% CI: −0.036 to −0.020), and aggressive pecking (95% CI: −0.004 to −0.001). The group with a combination of a lower stocking density and enrichment had significantly lower rates of GFP (95% CI: −0.022 to −0.009), SFP (95% CI: −0.044 to −0.028), and aggressive pecking (95% CI: −0.004 to −0.001) compared to the group with a high stocking density without enrichment. Additionally, the occurrence of enrichment pecking had a significantly reducing effect on the occurrence of GFP (95% CI: −0.046 to −0.031), SFP (95% CI: −0.030 to −0.016), and aggressive pecking (95% CI: −0.003 to −0.0003). Finally, a high rate of SFP had a deteriorating effect on the plumage condition (95% CI: −0.859 to −0.084). Thus, we conclude that a lower stocking density and the provision of enrichment, such as pecking stones, pecking blocks, and lucerne bales, can reduce the prevalence of feather pecking and aggressive pecking in laying hen chicks. The evaluation of the plumage condition can be a valid indicator of feather pecking.

© 2018 Elsevier Inc. All rights reserved.

## Introduction

Feather pecking is a frequently occurring problem in flocks of laying hens and can cause welfare impairment induced by the pain of the removal of a feather and the tissue injury (Gentle and Hunter, 1991). Previous studies found that mortality rates increased when a

\* Address for reprint requests and correspondence: Angela Schwarzer, Department of Veterinary Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Ludwig Maximilian University of Munich, Veterinärstr. 13/R, D-80539 Munich, Germany. Tel: 089 2180 78305; Fax: 089 2180 78333.

E-mail address: [angela.schwarzer@lmu.de](mailto:angela.schwarzer@lmu.de) (A. Schwarzer).

problem with feather pecking was present in the flock, especially as this could lead to cannibalism (Gunnarsson et al., 1999; Rodenburg et al., 2013). Another negative effect and cause of economic loss is the increased food consumption and therefore higher costs due to the higher energy demand of birds that are partially defeathered (Leeson and Morrison, 1978; Tullet et al., 1980; Blokhuis et al., 2007). Feather pecking also causes stress, which may lead to a decreasing egg production (El-Lethey et al., 2000) and also is a welfare concern (Janczak and Riber, 2015).

The prevalence of feather pecking in laying hens can be up to 80% in noncage systems (Blokhuis et al., 2007). This behavioral disorder is a problem not only in adult laying hens but also in chicks and pullets. Bestman et al. (2009) discovered that in 54% of the flocks of organically reared hens, feather damage caused by feather pecking was observed, and 90% of these flocks continued feather pecking throughout the laying period. Lambton et al. (2010) concluded that the rate of severe feather pecking (SFP) in laying hens was higher and the plumage damage appeared earlier when feather pecking had already occurred before the transfer from the rearing facility to the laying barn. Gilani et al. (2013) observed gentle feather pecking (GFP) in 94% of all visits during the rearing and laying periods and SFP in 27% of all visits during the rearing period.

Two types of feather pecking occur: GFP and SFP (Savory, 1995). GFP can be described as a soft pecking at the feather without pulling at it or removing it and is mostly ignored by the receiver. In contrast to GFP, SFP is a forceful pecking, pulling, or even the removal of feathers. As it is painful for the receiver, this kind of feather pecking often elicits a defense reaction or the escape of the victim (Rodenburg et al., 2013). Besides these 2 kinds of feather pecking, a third form of pecking exists: aggressive pecking. Hens use aggressive pecking to create and sustain a dominance hierarchy and usually direct the pecking at the head of the receiver. Because of the force of the peck, this action is associated with pain and leads to vocalization or retreat (Savory, 1995).

In contrast to aggressive pecking, which has a dominance and aggressive origin, feather pecking is known to have multifactorial causes including, for example, genetic background (Hughes and Duncan, 1972), feeding management (Van Krimpen et al., 2005), barn climate, and lighting (Drake et al., 2010) and the presence of a strewn or litter area (Blokhuis and Arkes, 1984; Blokhuis and Van Der Haar, 1989; Huber-Eicher and Wechsler, 1997; Huber-Eicher and Sebö, 2001; Bestman et al., 2009). Besides these factors, the stocking density and the availability of environmental enrichment can influence the occurrence of feather pecking. Previous studies showed that through enriching the housing conditions by adding manipulable materials or litter, feather pecking could be reduced (Blokhuis and Van Der Haar, 1989; Nørgaard-Nielsen et al., 1993; Huber-Eicher and Wechsler, 1998; Johnsen et al., 1998; Dixon et al., 2010; Gilani et al., 2013). According to several studies, the reduction of stocking densities can also have a positive impact on the occurrence of feather pecking (Hansen and Braastad, 1994; Huber-Eicher and Audigé, 1999; Nicol et al., 1999).

The aim of this study was to investigate whether variations concerning the stocking density and the availability of enrichment can reduce the occurrence of feather pecking in laying hen chicks from day 36 to day 120 in commercial aviary systems. Since the unique aspect of this article is the observation of the pecking behavior of laying hen chicks in commercial aviary systems during rear, our goal is to give the reader a complete overview of the different pecking behavior patterns (GFP, SFP, aggressive pecking, enrichment pecking). As it may be impossible to erase the problem of feather pecking once it occurs in the flock (Bestman et al., 2009), the importance of preventing the manifestation of this behavioral disorder is eminent. According to the German Order on the

Protection of Animals and the Keeping of Production Animals (2006), laying hens have to become familiar with their future housing conditions on the laying hen farms during the rearing period. Currently, in Germany and the European Union, no legal requirements exist for the rearing of laying hen chicks and pullets in commercial aviary systems. Therefore, the stocking density in the rearing period may be up to 30 animals per m<sup>2</sup> usable area depending on the recommendations of the different producers of commercial aviary systems (Lohmann Tierzucht GmbH, 2005).

## Materials and methods

### Animals and housing

The study took place on a conventional rearing farm in Lower Bavaria, Germany. All laying hen chicks were of the same age, non-beak-trimmed and of the layer strain Lohmann Brown-Classic. The barn offered space for approximately 100,000 birds. All animals were simultaneously housed in the rearing aviary on their first day of life and were transported to the laying hen farm at the end of the rearing period. The laying hens were raised in a commercial aviary system with 3 floors (Typ 501-3 by Meller GmbH, Melle, Lower Saxony, Germany). The first and second floor included a line of height-adjustable nipple drinkers, a feed chain, and 3 perches on each floor. On the third floor, 1 line of height-adjustable nipple drinkers and 6 perches, which differed in height, were available. Each floor consisted of wired floor (mesh size 17 × 36 mm) with a manure belt beneath. To facilitate movement between floor levels for the birds, there were balconies in the middle of the first and second floors in front of the floor area. From day 1 until day 10 of life, the chicks were raised inside the aviary cages in groups of 203 up to 230 animals, depending on the required stocking densities. Due to their growth, half of the birds were placed on the first floor of the aviary system (group sizes of 101–102 or 115 animals) on day 11. Until day 32 of life, the chicks were confined in the aviary system and had no access to the litter area or another floor. On day 32 of life, the balconies, which were used as front lattices, were opened and the litter area with long-cut straw was accessible. Artificial light intensity, duration of the light phase, barn climate, and feeding were similar for all animals.

### Experimental groups

Three experimental groups that differed regarding stocking density and the availability of enrichment were created. Group 1 had a high stocking density and no access to enrichment, group 2 had a lower stocking density and access to enrichment, and group 3 had a high stocking density and access to enrichment (Table 1). Each treatment was applied to 2 experimental groups (compartments of the barn) in each of the 2 rearing periods. Therefore, each treatment was used in 4 groups (experimental units) in total. The lower stocking density in group 2 was based on the guidelines of the Lower Saxony State Office of Consumer Protection and Food Safety (LAVES, 2013). As enrichment material, pecking stones (VILOLith® PICKStein Geflügel, Vilomix, Neuenkirchen-Vörden, Germany), pecking blocks (PICKBLOCK, Crystalux Products GmbH, Münster, Germany) and lucerne bales (Compact Lucerne, Grasdrogerij Hartog, Lambertschaag, the Netherlands) were used. Pecking stones are circular enrichment materials which are produced on a mineral basis and weigh 8–10 kg. Pecking blocks are organically produced, rectangular enrichment materials made of selected grains, minerals, and fiber components and weigh 5 kg. Lucerne bales are made of dehydrated, heated, and compressed lucerne and weigh 20 kg. Additionally, they are bundled up by 4 straps to keep their form. On the first day of life, one-sixth of a

**Table 1**

Flock sizes, stocking densities, and housing conditions in the compartments (comp.) and experimental groups

Characteristics	Group 1		Group 2		Group 3	
	Comp. 3	Comp. 5	Comp. 1	Comp. 6	Comp. 2	Comp. 4
Animals per flock	920	1150	812	1015	920	1150
Animals per m <sup>2</sup> of usable area	22.9		18.1		22.9	
Animals per m <sup>2</sup> of ground floor area	48.0		34.1		48.0	
Animals per m <sup>2</sup> of litter area	79.5		50.1		79.5	
Feed chain length in cm per animal	4.2		4.8		4.2	
Perch length in cm per animal	12.6		14.3		12.6	
Drinking nipples per animal	0.1		0.1		0.1	
Enrichment	No		Yes		Yes	

pecking stone and one-fourth of a pecking block were placed on the first and second floors of the aviary system in the first rearing period. In the second rearing period, one-sixth of a pecking stone and one-half of a pecking block were placed there on the first day of life. This enrichment was not replaced and was observed only on day 36. Lucerne bales were not offered in the aviary system from day 1 to 32. One pecking stone, 1 pecking block, and 1 lucerne bale were placed in the litter area of groups 2 and 3 on day 32, the first day the chicks had access to this area. Enrichment placed in the litter area was replaced as soon as it was necessary. Pecking stones and pecking blocks needed to be replaced approximately 2–3 times and lucerne bales needed to be replaced once or twice per rearing period. On day 78, lucerne bales were not available. One corridor of the barn was separated into 6 compartments. Each treatment was represented in 2 groups (compartments) during each of the 2 rearing periods. Each group was represented in 2 compartments. Flock sizes differed because of the varying length of the compartments. Compartments 1 (group 2), 2 (group 3), and 3 (group 1) included 4 sections of the aviary system (flock sizes of 812 or 920 animals), whereas compartments 4 (group 3), 5 (group 1), and 6 (group 2) offered space for 5 sections of the aviary system (flock sizes of 1,015 or 1,150 animals). Table 1 shows the variation of stocking densities, flock sizes, and housing conditions (e.g., length of feed chain in cm per animal).

#### Behavioral observations

Observations took place from June 2015 to April 2016 including 2 successive rearing periods. To avoid interferences between the observer and the observed animals, video cameras were placed in the aviary system and below the balconies of the second floor for the observation of the litter area and the enrichment material. They were installed while the barn was not occupied by animals. Each compartment was observed via 4 triangle-shaped color cameras for corner mount (type VTC-E220IRP SANTEC color camera with IR-LED; SANTEC Video Technologies, Ahrensburg, Schleswig-Holstein, Germany). The cameras were placed in opposite corners of the second floor of the aviary system of one section and on both ends of the balconies of the second floor of another section of the aviary (Figure 1). Enrichment materials were placed on the second floor of the aviary system and in the litter area on the ground (Figure 1). Video recordings were carried out every fortnight for 48 hours using the program Indigo Vision Version Control Center 4 (Indigo Vision Ltd, Edinburgh, Great Britain), and the videos were stored on external hard disks (3TB, Seagate, Dublin, Ireland, and Western Digital, Irvine, California, USA). Behavioral analysis of the video material (also by using Indigo Vision) was done for the first light phase of the 48-hour recording time. Observation days were days 36, 50, 64, 78, 92, 106, and 120 of life. According to the sampling and recording rules of Martin and Bateson (2007), continuous recordings were done in several 3-minute segments throughout 1

light phase of artificial lighting. Five continuous recordings (segments) were evaluated on days 36, 50, and 64 (light phase over 10 hours) and 3 on the other days (light phase of 9 or 10 hours). The following behavior patterns were measured by behavior sampling (Martin and Bateson, 2007): enrichment pecking, GFP, SFP, and aggressive pecking (Table 2). For GFP, SFP, and aggressive pecking, the specific body region being pecked was analyzed (Table 2). Furthermore, various locations in the aviary system and in the litter area were defined as functional areas (Figure 1). These parts entail the litter area and the enrichment materials (pecking block, pecking stone, and lucerne bale) on the ground and the wired balcony, the perch above the feed chain, the wire floor of the aviary, the perch above the nipple drinkers, and the enrichment materials (pecking block and pecking stone) in the second floor of the aviary system (Figure 1).

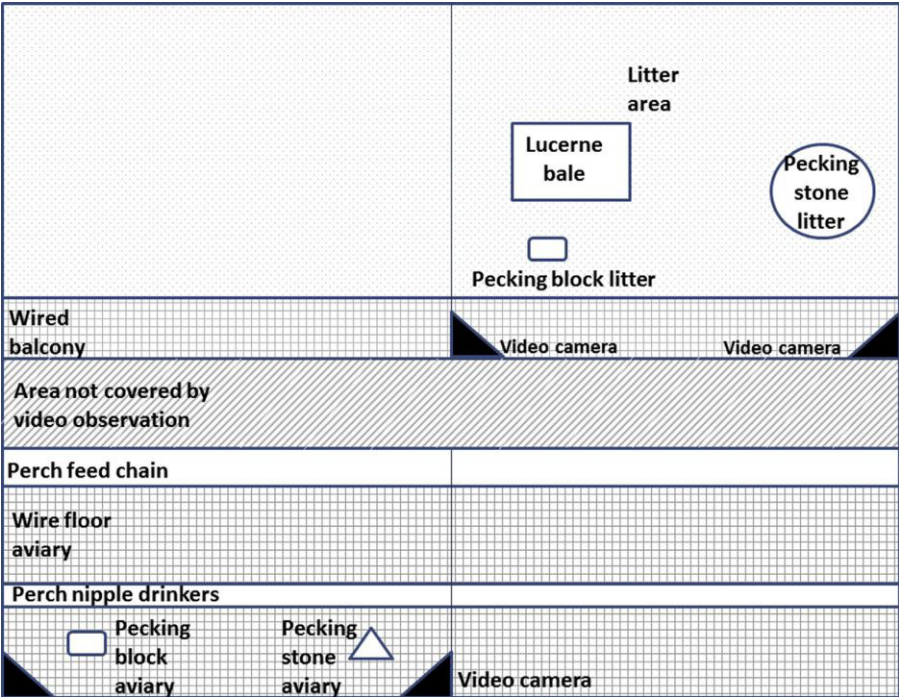
#### Plumage scoring

In addition to the behavioral observations, the plumage condition of 50 chicks of each section was evaluated 5 times during the rearing period. A modified plumage scoring system was used (Gunnarsson, 2000; Tauson et al., 2005). The scores ranged from 4 (no feather damage) to 1 (bare patches), and the scores of the regions dorsal neck, back, and wing cover were summed. A score of 12 was equivalent to no feather damage. The results from the last 3 plumage evaluations (on the 55th, 87th, and 116th days of life) were compared with the average rate of SFP per bird per 3 minutes. The aim was to evaluate whether SFP rates had an influence on the plumage condition.

#### Statistical analysis

All enumerated behavioral patterns were divided through the number of animals in the visual field of 1 camera, and each peck was scored as 1 occurrence. The result was expressed as pecks per bird per 3 minutes. Therefore, all pecks of the respective 3-minute segment, which was observed, were divided through all animals in the visual field. This method was used to take the variation of different stocking densities into consideration. The results of these proceedings were pecks per bird per 3 minutes. The average was calculated of the sum of all pecks per bird per 3 minutes divided by all observations of, for example, one functional area during all days and both rearing periods. When pecking stopped for over 4 seconds, when it changed into another pecking behavior, or when it was directed at another region of the body, a new event was recorded (Gilani et al., 2013). We then analyzed the influence of the factors such as day of life, functional area, and group on the response variables such as enrichment pecking, GFP, SFP, and aggressive pecking. The realizations of these response variables represented rates that could have values greater than one, so it was impossible to model them properly by binary or binomial response models.





**Figure 1.** Overview of the functional areas and the placement of the video cameras in 2 sections of the aviary. Schematic illustration from above (not true to scale) of the functional areas on the second floor of the aviary system and in the litter area on the ground and the placement of the video cameras.

Instead, linear mixed models with fixed (group, rearing period) and random effects (day of life, functional area) were implemented. The chosen statistical methods took the repetition of measurements into account. To investigate the effect of SFP on the plumage condition, a correlation analysis, verified by a linear model, was carried out. Linear models with the response variables GFP, SFP, and aggressive pecking on the one hand and enrichment pecking as a binary variable on the other were estimated. All analyses were done using the R statistical programming language (R Core Team, 2015). All mixed models were estimated by the integrated nested Laplace approximation approach (Rue et al., 2009). As results, effect sizes and their corresponding 95% confidence intervals (CIs) are given. Descriptive summaries are provided in tables, whereas modeling results are given as estimated effect sizes and their corresponding 95% CI, both graphically and in text.

Table 2	
Definition of the observed behavior patterns and definition of the body areas on which the chicks received pecks, used for the assessment of the behavior from video recordings	
Behavior pattern	Definition
Enrichment pecking	Direct pecking at enrichment (pecking stone, pecking block, lucerne bale) in the aviary or the litter area
Gentle feather pecking (GFP)	Soft pecking on the plumage of other birds without pulling or removing feathers
Severe feather pecking (SFP)	Forceful pulling, pecking, or removing feathers of other birds
Aggressive pecking	Forceful pecking from frontal, directed at the head of another bird
Pecked body region	
Neck	Head to cranial chest
Back	Cranial chest to tail
Wing and side	Wing cover and side of the leg
Belly	Belly including cloaca

Results

Pecking behavior in different functional areas

Enrichment pecking was limited to enrichment objects: pecking stones, pecking blocks, and lucerne bales. On average, the highest rate of enrichment pecking per bird per 3 minutes was observed for lucerne bales in the litter area, followed by pecking stones in the litter area and pecking blocks in the litter area (Table 3). However, further analysis did not reveal significant differences in enrichment pecking activity among these functional areas (Figure 2a). In functional areas with enrichment, the average rates of GFP and SFP were low (Table 3). GFP was performed significantly more on the wired floor of the aviary system (95% CI for the difference: 0.057–0.108) and in the litter area (95% CI for the difference: 0.032–0.083) and significantly less on the perches above the nipple drinkers (95% CI for the difference: –0.060 to –0.007) (Figure 2b). SFP was performed significantly more on the wired floor of the aviary system (95% CI for the difference: 0.027–0.064) and in the litter area (95% CI for the difference: 0.028–0.065) and significantly less on the perches above the nipple drinkers (95% CI for the difference: –0.043 to –0.002) and the perches above the feed chain (95% CI for the difference: –0.038 to –0.002) (Figure 2c). Aggressive pecking was observed rarely but most of the time in the litter area and on the wired floor of the aviary system (Table 3), significantly more only in the litter area (95% CI for the difference: 0.003–0.009) (Figure 2d).

Pecking behavior on different days of life

Pecking activity varied randomly between days of life without increasing or decreasing patterns (Table 4). We found significantly

**Table 3**

Average number of pecks per bird per 3 minutes and standard deviation ( $\pm$ SD) of enrichment pecking (EP), gentle feather pecking (GFP), severe feather pecking (SFP), and aggressive pecking (AP) in the observed functional areas

Functional area	EP		GFP		SFP		AP	
	Mean $\pm$ SD	N	Mean $\pm$ SD	N	Mean $\pm$ SD	N	Mean $\pm$ SD	N
Wire floor aviary	n.a.	n.a.	0.112 $\pm$ 0.118	587	0.072 $\pm$ 0.138	587	0.004 $\pm$ 0.021	587
Pecking stone aviary	0.376 $\pm$ 0.269	10	0.008 $\pm$ 0.024	10	0.008 $\pm$ 0.024	10	0.000 $\pm$ 0.000	10
Pecking block aviary	0.525 $\pm$ 0.324	9	0.000 $\pm$ 0.000	9	0.000 $\pm$ 0.000	9	0.000 $\pm$ 0.000	9
Perch nipple drinkers	n.a.	n.a.	0.000 $\pm$ 0.000	203	0.000 $\pm$ 0.000	203	0.000 $\pm$ 0.000	203
Perch feed chain	n.a.	n.a.	0.011 $\pm$ 0.040	555	0.005 $\pm$ 0.030	555	0.001 $\pm$ 0.010	555
Litter area	n.a.	n.a.	0.087 $\pm$ 0.095	640	0.073 $\pm$ 0.122	640	0.008 $\pm$ 0.037	640
Pecking stone litter	0.712 $\pm$ 0.543	200	0.012 $\pm$ 0.023	200	0.006 $\pm$ 0.020	200	0.001 $\pm$ 0.015	200
Pecking block litter	0.686 $\pm$ 0.381	156	0.012 $\pm$ 0.030	156	0.004 $\pm$ 0.018	156	0.000 $\pm$ 0.003	156
Lucerne bale litter	0.716 $\pm$ 0.407	159	0.010 $\pm$ 0.031	159	0.004 $\pm$ 0.015	159	0.000 $\pm$ 0.000	159
Wired balcony	n.a.	n.a.	0.023 $\pm$ 0.063	638	0.015 $\pm$ 0.064	638	0.000 $\pm$ 0.005	638

n.a., data were not collected because EP could not be performed in this functional area.

N, number of observations in the respective functional area in all groups, on all days and during both rearing periods of the observation.

more pecking activity only for SFP on day 78 of life (95% CI for the difference: 0.002–0.024) (Figure 3c). At the same time, enrichment pecking reached its lowest values on day 78 of life (Table 4) and was performed significantly less on day 36 (95% CI for the difference: –0.360 to –0.115).

#### Pecking behavior in different groups

We found no significant difference between groups 2 and 3 with respect to the occurrence of enrichment pecking (Figure 4a). Regarding the remaining pecking activities GFP (95% CI for the difference: –0.022 to –0.009), SFP (95% CI for the difference: –0.044 to –0.028), and aggressive pecking (95% CI for the difference: –0.004 to –0.001), group 2 showed significantly lower rates than group 1 (Figures 4b–4d; Table 5). Group 3 also performed significantly less GFP (95% CI for the difference: –0.019 to –0.006), SFP (95% CI for the difference: –0.036 to –0.020), and aggressive pecking (95% CI for the difference: –0.004 to –0.001) than group 1 (Figures 4b–4d; Table 5). Additionally, group 3 had a significantly higher rate of SFP than group 2 (95% CI for the difference: 0.001–0.015) (Figure 4c; Table 5).

#### Correlation between enrichment pecking and GFP, SFP, and aggressive pecking

The rates of GFP, SFP, and aggressive pecking were reduced when enrichment pecking was observed (Table 6). These differences were significant (Table 6).

#### Feather pecking on different regions of the body and the correlation between plumage score and SFP

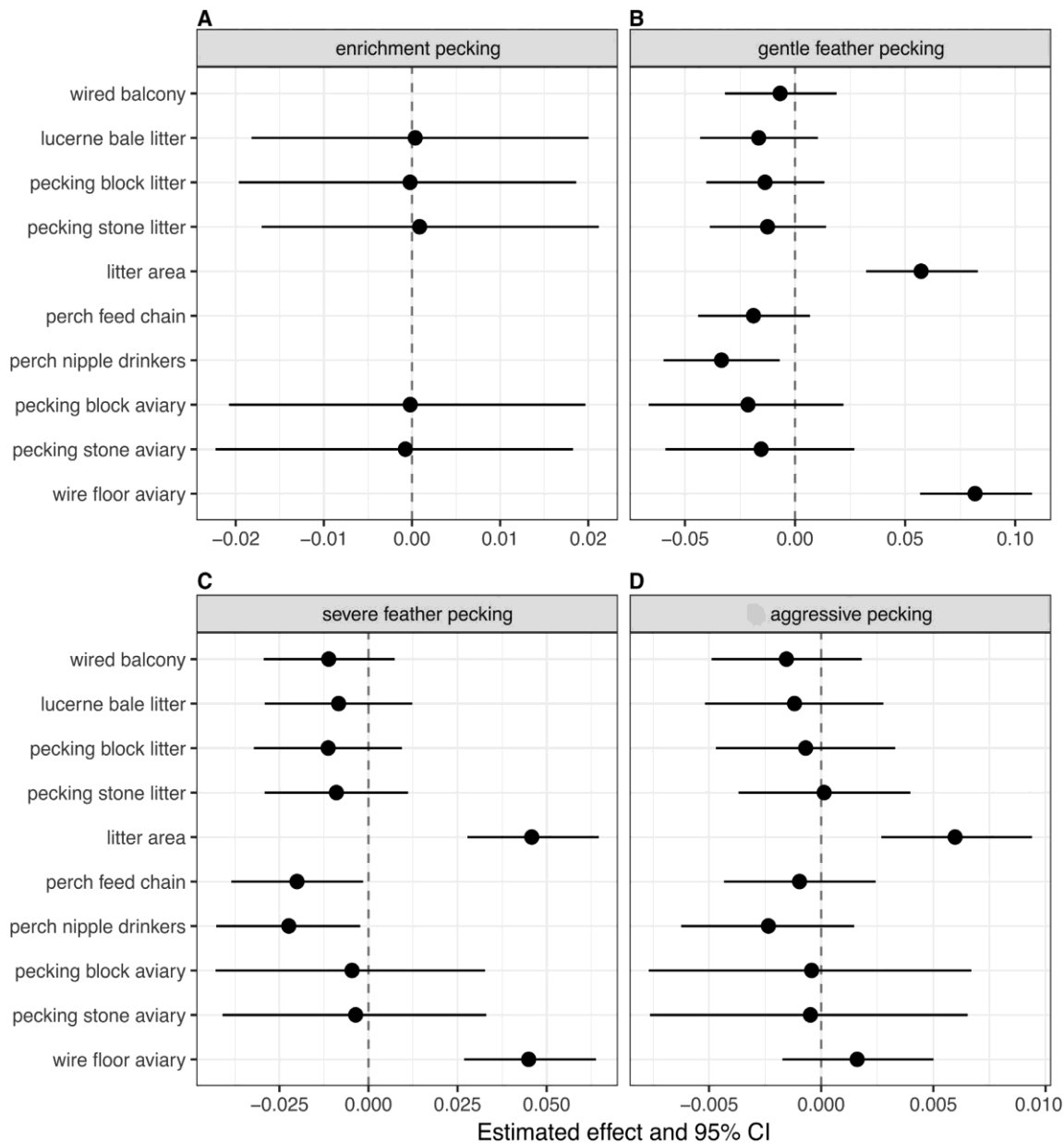
About two-thirds (64.8%) of all GFPs were directed at the back, followed by the neck (20.3%), the wing and side (11.4%), and the belly (3.4%). SFP was directed at the back (61.2%), the wing and side (23.8%), the neck (10.4%), and the belly (4.7%). Aggressive pecking was directed almost exclusively at the neck (99.3%) with a small percentage directed at the back (0.7%). As these results showed that most of the pecking behavior was directed at the back, the neck, and the wings and side, a total plumage score summing the results of the plumage evaluation of these 3 body regions was created. For the plumage evaluation, a modified plumage scoring system with 4 different scores (4 = no damaged feather, 3 = 1–5 damaged feathers, 2 = over 5 damaged feathers, 1 = bare patches) was used (Gunnarsson, 2000; Tauson et al., 2005). Fifty laying hen chicks in each section were examined 5 times per rearing period. Simple correlation analysis revealed a small negative correlation

( $r = -0.14$ ; 95% CI: –0.196 to –0.090) between SFP per bird per 3 minutes and the total plumage score. Further analysis by a linear mixed model that controlled for functional area, rearing period, and group confirmed this negative correlation (regression coefficient: –0.47; 95% CI: –0.859 to –0.084). This inverse relationship means groups with a higher rate of SFP had a worse plumage condition (i.e., a lower plumage score) than groups with a lower rate.

#### Discussion

The results of this study showed that functional areas, stocking densities, and enrichment had an effect on the occurrence of feather pecking behavior in laying hen chicks. No clear differences between most of the days of life in the occurrence of pecking behavior were found, and no clear increasing or decreasing trend of the 4 types of pecking behaviors with an increasing age of the chicks could be determined. We also found a deteriorating effect of increasing SFP on the plumage condition and an inverse relationship between enrichment pecking and the occurrence of SFP, GFP, or aggressive pecking.

The study confirmed that the litter area and the wire floor area of the commercial aviary system had a significant positive (i.e., increasing) effect on the occurrence of GFP and SFP. These findings relate to a study by Keeling and Duncan (1991). They found preferred interindividual distances were largest while birds foraged, a behavior that mostly is performed in the litter area. This need for space seemed to increase with higher stocking densities (Weeks and Nicol, 2006). Owing to the high stocking density in the litter area (50.1 animals per m<sup>2</sup> in group 2, 79.5 animals per m<sup>2</sup> in groups 1 and 3), the chicks in our study possibly could not keep the preferred interindividual distances and their need for space was unsatisfied. This may have led to frustration and therefore to feather pecking. Because the floor of the commercial aviary system was wired, the results of this study support previous studies that found an effect of the absence of litter during rearing on the development of feather pecking (Blokhuys and Arkes, 1984; Blokhuys and Van Der Haar, 1989; Johnsen et al., 1998; Wechsler and Huber-Eicher, 1998; Huber-Eicher and Sebö, 2001). Although the laying hen chicks in this study had access to a litter area, it is possible that the lack of visual and tactile stimuli of the substrate in the commercial aviary system, even for short durations, may have led to a redirecting of pecking behavior toward flock mates. In line with the hypothesis that feather pecking could be redirected foraging behavior (Blokhuys and Arkes, 1984; Blokhuys, 1986; Huber-Eicher and Wechsler, 1997; Huber-Eicher and Sebö, 2001; Dixon et al., 2008), the lack of space in the litter area and the low-



**Figure 2.** Estimated effect of functional areas on the occurrence of pecking. Diagram showing the estimated effect and the 95% confidence interval (CI) of observed functional areas on the occurrence of enrichment pecking (A), gentle feather pecking (B), severe feather pecking (C), and aggressive pecking (D). Results were considered significant when the CI did not include zero. Estimated effects above 0 indicate an increase in the chance of observing a behavioral parameter, whereas estimated effects below 0 indicate a decrease.

stimulus environment of the wired floor in the commercial aviary system might have resulted in reduced foraging behavior and consequently in feather pecking.

We found a significant negative (i.e., reducing) effect of the functional area “perches above feed chain” on the occurrence of SFP and of the functional area “perches above nipple drinkers” on the occurrence of SFP and GFP. These findings are in contrast to the study of [Johnsen et al. \(1998\)](#), who found that most feather pecking activity was performed on perches. However, [Newberry et al. \(2001\)](#) described perches as a retreat from predators. This conclusion is congruent with the findings of [Cordiner and Savory \(2001\)](#),

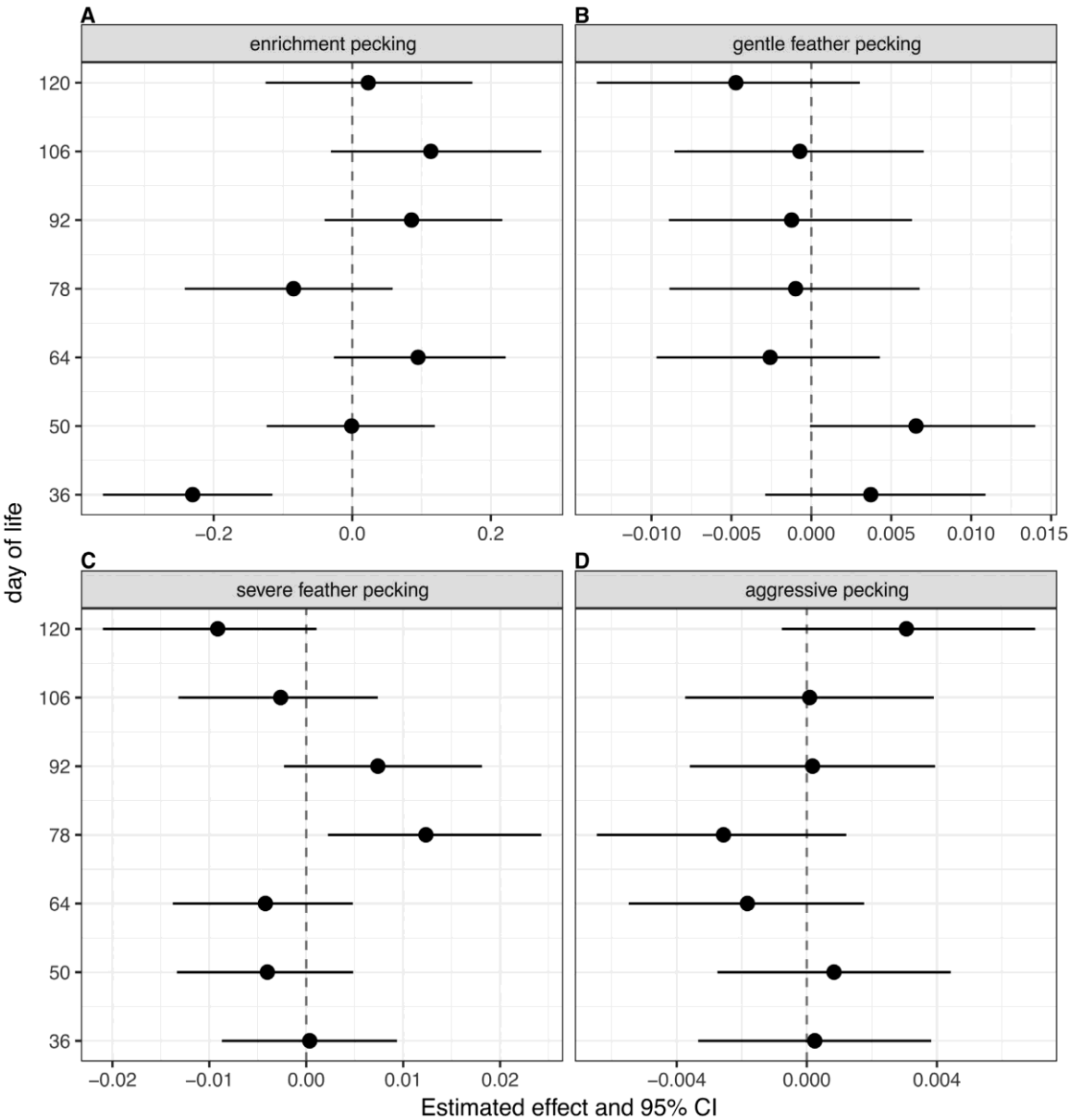
who reported that perches allowed subordinates to avoid confrontations with dominants during daytime and reduced the occurrence of agonistic interactions. As our observations took place during daytime, it is possible that perches were mostly used by subordinates trying to avoid being harassed.

We rarely observed aggressive pecking, supporting the study of [Nicol et al. \(1999\)](#), who found aggressive pecking was most common in small flocks with low stocking densities. They observed the greatest occurrence in a flock of 72 hens with a stocking density of 6 animals per m<sup>2</sup> and speculated that larger flocks with higher stocking densities are not able to form social hierarchies because of

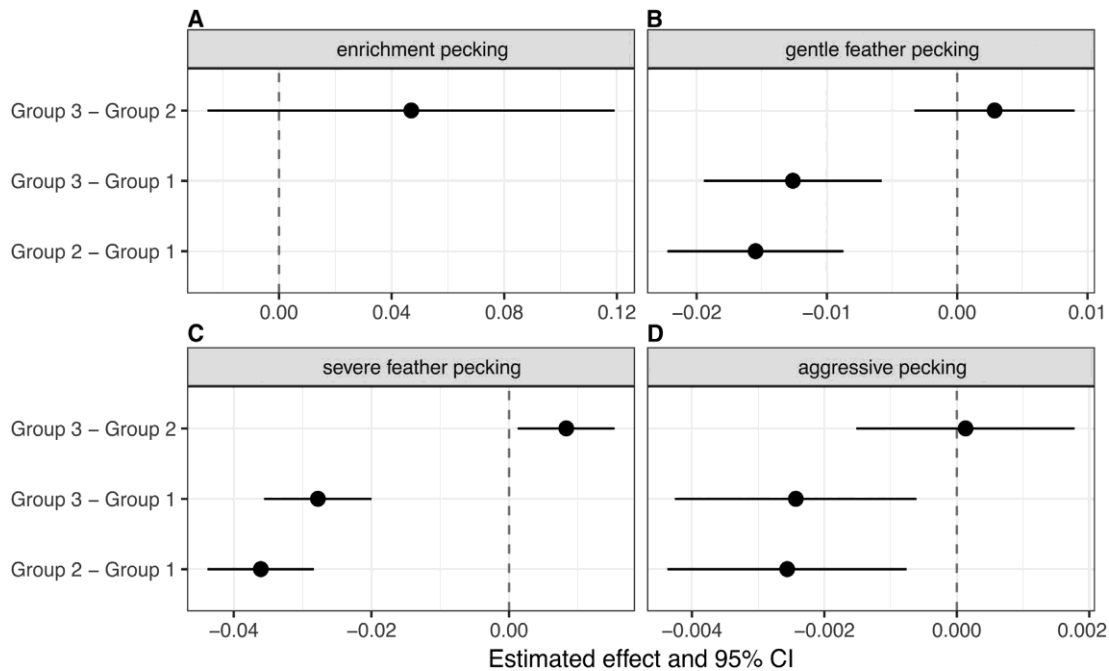
**Table 4**  
Average number of pecks per bird per 3 minutes and standard deviation ( $\pm$ SD) of enrichment pecking (EP), gentle feather pecking (GFP), severe feather pecking (SFP), and aggressive pecking (AP) on the evaluated days of life

Day of life	EP		GFP		SFP		AP	
	Mean $\pm$ SD	N	Mean $\pm$ SD	N	Mean $\pm$ SD	N	Mean $\pm$ SD	N
36	0.124 $\pm$ 0.290	523	0.044 $\pm$ 0.095	721	0.030 $\pm$ 0.099	721	0.003 $\pm$ 0.024	721
50	0.171 $\pm$ 0.383	503	0.049 $\pm$ 0.093	684	0.026 $\pm$ 0.085	684	0.003 $\pm$ 0.018	684
64	0.204 $\pm$ 0.444	409	0.046 $\pm$ 0.076	564	0.030 $\pm$ 0.081	564	0.001 $\pm$ 0.009	564
78	0.096 $\pm$ 0.264	201	0.050 $\pm$ 0.081	291	0.056 $\pm$ 0.118	291	0.000 $\pm$ 0.006	291
92	0.261 $\pm$ 0.424	250	0.046 $\pm$ 0.077	342	0.044 $\pm$ 0.107	342	0.003 $\pm$ 0.021	342
106	0.137 $\pm$ 0.354	210	0.051 $\pm$ 0.083	298	0.034 $\pm$ 0.091	298	0.003 $\pm$ 0.019	298
120	0.134 $\pm$ 0.338	180	0.045 $\pm$ 0.087	257	0.025 $\pm$ 0.059	257	0.007 $\pm$ 0.037	257

N, number of observations on the respective day in all groups, all functional areas, and during both rearing periods of the observation.



**Figure 3.** Estimated effect of the day of life on the occurrence of pecking. Diagram showing the estimated effect and the 95% confidence interval (CI) of the evaluated days of life on the occurrence of enrichment pecking (A), gentle feather pecking (B), severe feather pecking (C), and aggressive pecking (D). Results were considered significant when the CI did not include 0. Estimated effects above 0 indicate an increase in the chance of observing a behavioral parameter, whereas estimated effects below 0 indicate a decrease.



**Figure 4.** Estimated effect of experimental groups on the occurrence of pecking. Diagram showing the estimated effect and the 95% confidence interval (CI) of experimental groups on the occurrence of enrichment pecking (A), gentle feather pecking (B), severe feather pecking (C), and aggressive pecking (D). Results were considered significant when the CI did not include 0. Estimated effects above 0 indicate an increase in the chance of observing a behavioral parameter, whereas estimated effects below 0 indicate a decrease. Estimated effect of enrichment pecking was observed only between groups 3 and 2, because enrichment was not provided in group 1.

the large number of individuals, and therefore, the hens adopted nonaggressive behavior patterns. Furthermore, Nicol et al. (1999) found most aggressive pecking on the floor area covered with wood shavings, which might be comparable to the results of the present study showing that aggressive pecking was significantly more frequent in the litter area.

A further result of this study showed that age had almost no effect on the occurrence of feather pecking, aggressive pecking, and pecking on enrichment. The negative effect of day 36 on enrichment pecking might indicate that the chicks had to get used to the additional space and the movement between floors, which was necessary to reach the litter area and the enrichment. Because of a lack of lucerne bales on day 78, the rate of enrichment pecking decreased but returned to the previous level as this enrichment material was replaced. On the other hand, day 78 had a positive (i.e., increasing) effect on the occurrence of SFP suggesting a possible relation between the rates of enrichment pecking and SFP. This assumption is substantiated by our finding that enrichment pecking could significantly reduce feather pecking. We also found that GFP and SFP decreased at the end of the rearing period. Martin (1986)

also found a tendency of less feather pecking at the end of the rearing period, and Johnsen et al. (1998) reported a peak of feather pecking and outbreaks of cannibalism at the seventh week of age, after which these behaviors seemed to stabilize at a lower level. Our results contrasted with the hypotheses that only a small proportion of the flock is responsible for the development of a feather pecking problem in a flock (Keeling, 1994) and that the problem of feather pecking might spread and increase due to coping strategies among flock mates. Since feather pecking behavior can be influenced by early life experiences, the behavior from day-old chicks until the opening of the commercial aviary system has also been observed (Helmer, 2017). Apart from that, it might be possible that our lack of age-related changes in feather pecking may be because the pre-lay peak in feather pecking was not captured.

We furthermore found that feather pecking and aggressive pecking were reduced significantly when enrichment pecking was observed. Several studies found an effect of substrate or enrichment on the development of feather pecking. Wechsler and Huber-Eicher (1998) determined that hens that had access to polystyrene blocks showed significantly lower rates of feather pecking than hens that

**Table 5**

Average number of pecks per bird per 3 minutes and standard deviation ( $\pm$ SD) of enrichment pecking (EP), gentle feather pecking (GFP), severe feather pecking (SFP), and aggressive pecking (AP) in the experimental groups

Group	EP		GFP		SFP		AP	
	Mean $\pm$ SD	N	Mean $\pm$ SD	N	Mean $\pm$ SD	N	Mean $\pm$ SD	N
1	n.a.	n.a.	0.064 $\pm$ 0.100	881	0.060 $\pm$ 0.126	881	0.005 $\pm$ 0.030	881
2	0.160 $\pm$ 0.372	1169	0.039 $\pm$ 0.081	1169	0.018 $\pm$ 0.063	1169	0.002 $\pm$ 0.015	1169
3	0.167 $\pm$ 0.365	1107	0.042 $\pm$ 0.078	1107	0.027 $\pm$ 0.084	1107	0.002 $\pm$ 0.014	1107

n.a., data were not collected because EP could not be performed in this group.

N, number of observations in the respective groups on all days, in all functional areas, and during both rearing periods of the observation.



**Table 6**

Average number of pecks per bird per 3 minutes, standard deviation ( $\pm$ SD), and estimated difference ( $r$ ) plus 95% confidence interval (CI) for the occurrence of gentle feather pecking (GFP), severe feather pecking (SFP), and aggressive pecking (AP) depending on the absence or presence of enrichment pecking (EP)

Behavior	EP no.		EP yes		Difference EP no – EP yes	
	Mean $\pm$ SD	N	Mean $\pm$ SD	N	$r$	95% CI
GFP	0.049 $\pm$ 0.088	1755	0.011 $\pm$ 0.027	521	–0.0384	–0.0460 to –0.0308
SFP	0.279 $\pm$ 0.083	1755	0.005 $\pm$ 0.180	521	–0.0229	–0.0300 to –0.0157
AP	0.002 $\pm$ 0.159	1755	0.001 $\pm$ 0.009	521	–0.0017	–0.0031 to –0.0003

N, number of observations.

Results were considered significant when the CI did not include 0.

had no access to enrichment. [Blokhuys and Van der Haar \(1992\)](#) found that the supply of grain and straw during rearing reduced feather damage due to less feather pecking. The study by [McAdie et al. \(2005\)](#) showed that the existence of enrichment such as polypropylene baling twine from day 1 to day 57 of the rearing period almost eliminated the occurrence of feather pecking. Enrichment pecking might be considered as a form of foraging behavior. [Gilani et al. \(2013\)](#) examined the effect of rearing environment on feather pecking and found that GFP, SFP, and the percentage of flocks with missing feathers were reduced when more birds showed foraging behavior. [Huber-Eicher and Wechsler \(1997\)](#) found an inverse relation between foraging activity and the rate of feather pecking. All these studies provided evidence that the provision of enrichment and the stimulation of foraging behavior can influence the occurrence of feather pecking. As our results showed significantly less GFP, SFP, and aggressive pecking in group 3 than group 1 and both groups had the same stocking density, we conclude that the availability of enrichment in group 3 had an effect on the occurrence of feather pecking. Furthermore, all groups had access to long cut straw, which is also a kind of enrichment. Without this type of enrichment/substrate, it might be possible that the differences in the occurrence of feather pecking between the different groups may have been even higher.

In addition, our results showed significantly more SFP in group 3 than group 2. As the only difference between these groups was the stocking density, we conclude that the higher stocking density in group 3 had an effect on the occurrence of feather pecking. Previous studies support this conclusion. [Hansen and Braastad \(1994\)](#) found out that a low stocking density of 6.5 animals per m<sup>2</sup> had a positive effect on the plumage condition during the rearing and laying periods and reduced feather pecking during the rearing period. [Huber-Eicher and Audigé \(1999\)](#) showed that birds raised at a stocking density of over 10 animals per m<sup>2</sup> and with no access to elevated perches were 6.4 times more likely to develop feather pecking than birds raised at a low density or access to elevated perches. [Nicol et al. \(1999\)](#) examined the effect of different stocking densities of 6, 14, 22, or 30 animals per m<sup>2</sup> on the plumage condition from 14 to 30 weeks of age. They found that the flock with the lowest stocking density (6 animals per m<sup>2</sup>) had the best plumage condition and increasing stocking densities caused the opposite. Nevertheless, the stocking densities in the present study were higher than in most of the studies cited previously. Because group 2 showed significantly less GFP, SFP, and aggressive pecking than group 1, it is possible that both the lack of enrichment and the higher stocking density (in group 1) had a positive (i.e., increasing) effect on the occurrence of feather pecking.

The present study showed a significant negative correlation between the rate of SFP and the plumage condition. Feather damage can be caused by SFP ([Savory, 1995](#)), and therefore, a high rate of SFP might worsen the plumage condition. This relationship is supported by the study of [Kjaer and Sørensen \(2002\)](#), who found a relation between a low rate of feather pecking and a good plumage condition at the age of 11 and 12 weeks. [Johnsen et al. \(1998\)](#) stated

that the plumage condition (in weeks 19, 33, and 45) of laying hen chicks reared on wire was worse because they showed more feather pecking (in weeks 5–6, 40–41) than the chicks that were reared on sand or straw.

## Conclusion

This study showed that feather pecking was mostly performed in the litter area and on the wire floor of the commercial aviary system and was observed less on the perches. During the rearing period, no increasing or decreasing trend in the occurrence of feather pecking was determined. Feather pecking could be reduced by reducing the stocking density and providing enrichment in commercial aviary systems. This result was substantiated by the finding that the occurrence of enrichment pecking reduced that of feather pecking. The plumage condition worsened with an increasing rate of SFP. It remains unclear how much and what types of enrichment material must be available to reduce feather pecking. Furthermore, stocking densities during the rearing period vary widely between farms. Thus, future studies should focus on a practical, applicable solution with the aim to prevent feather pecking in commercial aviary systems of laying hen chicks. They could focus on the exact amount of enrichment and the appropriate rhythm of replacement which need to be used to prevent feather pecking. Furthermore, the influence of rearing conditions could be investigated by creating a study with laying hen chicks reared on straw and on the ground from day 1. Additionally, it would be interesting to observe a fourth group with lower stocking density and no enrichment.

## Acknowledgments

The authors would like to thank the Bavarian State Ministry of the Environment and Consumer Protection through the Bavarian Health and Food Safety Authority for funding the project (Az. K3-2533-PN 14–25) and the company Vita Vis GmbH (Münster, Germany) for the provision of the pecking blocks. They also thank Dr. Verena Lietze for the scientific language editing.

Author contribution: The idea for this article was conceived by Miriam Zepp, Angela Schwarzer, and Helen Louton. The experiments were designed by Angela Schwarzer, Helen Louton, and Michael Erhard. The experiments were performed by Miriam Zepp and Franziska Helmer under the supervision of Angela Schwarzer and Helen Louton. The data were analyzed by Paul Schmidt. The article was written by Miriam Zepp. All authors have approved the final article for submission.

## Ethical considerations

The study was approved by the Animal Ethics Committee of the LMU Munich.

### Conflict of interest

The authors confirm that no conflicts of interest are associated with this publication, and no financial support was given that could have influenced the outcome of the present study.

### References

- Bestman, M., Koene, P., Wagenaar, J.-P., 2009. Influence of farm factors on the occurrence of feather pecking in organic reared hens and their predictability for feather pecking in the laying period. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 121, 120–125.
- Blokhuys, H.J., 1986. Feather-pecking in poultry: its relation with ground-pecking. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 16, 63–67.
- Blokhuys, H.J., Arkes, J.G., 1984. Some observations on the development of feather-pecking in poultry. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 12, 145–157.
- Blokhuys, H.J., Van Der Haar, J.W., 1989. Effects of floor type during rearing and of beak trimming on ground pecking and feather pecking in laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 22, 359–369.
- Blokhuys, H.J., Van der Haar, J.W., 1992. Effects of pecking incentives during rearing on feather pecking of laying hens. *Br. Poult. Sci.* 33, 17–24.
- Blokhuys, H.J., Van Niekerk, T.F., Bessei, W., Elson, A., Guémené, D., Kjaer, J.B., Levirino, G.A.M., Nicol, C.J., Tauson, R., Weeks, C.A., 2007. The LayWel project: welfare implications of changes in production systems for laying hens. *Worlds Poult. Sci. J.* 63, 101–114.
- Cordner, L.S., Savory, C.J., 2001. Use of perches and nestboxes by laying hens in relation to social status, based on examination of consistency of ranking orders and frequency of interaction. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 71, 305–317.
- Dixon, L.M., Duncan, I.J.H., Mason, G., 2008. What's in a peck? Using fixed action pattern morphology to identify the motivational basis of abnormal feather-pecking behaviour. *Anim. Behav.* 76, 1035–1042.
- Dixon, L.M., Duncan, I.J.H., Mason, G.J., 2010. The effects of four types of enrichment on feather-pecking behaviour in laying hens housed in barren environments. *Anim. Welf.* 19, 429–435.
- Drake, K.A., Donnelly, C.A., Stamp Dawkins, M., 2010. Influence of rearing and lay risk factors on propensity for feather damage in laying hens. *Br. Poult. Sci.* 51, 725–733.
- El-Lethey, H., Aerni, V., Jungi, T.W., Wechsler, B., 2000. Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions. *Br. Poult. Sci.* 41, 22–28.
- Gentle, M.J., Hunter, L.N., 1991. Physiological and behavioural responses associated with feather removal in *Gallus gallus* var *domesticus*. *Res. Vet. Sci.* 50, 95–101.
- German Order on the Protection of Animals and the Keeping of Production Animals, 2006. Amended and promulgated on August 22nd, 2006, last changed on June 30th, 2017. Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung; Tierschutz–Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die durch Artikel 3 Absatz 2 des Gesetzes vom 30. Juni 2017 (BGBl. I S. 2147) geändert worden ist. Available at: [http://www.gesetze-im-internet.de/tierschnutzv/\\_14.html](http://www.gesetze-im-internet.de/tierschnutzv/_14.html).
- Gilani, A.-M., Knowles, T.G., Nicol, C.J., 2013. The effect of rearing environment on feather pecking in young and adult laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 148, 54–63.
- Gunnarsson, S., Keeling, L.J., Svedberg, J., 1999. Effect of rearing factors on the prevalence of floor eggs, cloacal cannibalism and feather pecking in commercial flocks of loose housed laying hens. *Br. Poult. Sci.* 40, 12–18.
- Gunnarsson, S., 2000. Laying Hens in Loose Housing Systems–Clinical, Ethological and Epidemiological Aspects. PhD Thesis. Swedish University of Agricultural Science, Uppsala, Sweden.
- Hansen, I., Braastad, B.O., 1994. Effect of rearing density on pecking behaviour and plumage condition of laying hens in two types of aviary. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 40, 263–272.
- Helmer, F.L., 2017. Der Einfluss verschiedener Besatzdichten und Enrichmentmaßnahmen auf die Verhaltensentwicklung von Junghennen während der Haltung im Volierenblock. Diss. Med. Vet., Ludwig-Maximilians-University, Munich, Germany. Available at: <https://edoc.ub.uni-muenchen.de/21210/>.
- Huber-Eicher, B., Audigé, L., 1999. Analysis of risk factors for the occurrence of feather pecking in laying hen growers. *Br. Poult. Sci.* 40, 599–604.
- Huber-Eicher, B., Sebó, F., 2001. Reducing feather pecking when raising laying hen chicks in aviary systems. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 73, 59–68.
- Huber-Eicher, B., Wechsler, B., 1997. Feather pecking in domestic chicks: its relation to dustbathing and foraging. *Anim. Behav.* 54, 757–768.
- Huber-Eicher, B., Wechsler, B., 1998. The effect of quality and availability of foraging materials on feather pecking in laying hen chicks. *Anim. Behav.* 55, 861–873.
- Hughes, B.O., Duncan, I.J.H., 1972. The influence of strain and environmental factors upon feather pecking and cannibalism in fowls. *Br. Poult. Sci.* 13, 525–547.
- Janczak, A.M., Riber, A.B., 2015. Review of rearing-related factors affecting the welfare of laying hens. *Poult. Sci.* 94, 1454–1469.
- Johnsen, P.F., Vestergaard, K.S., Nørgaard-Nielsen, G., 1998. Influence of early rearing conditions on the development of feather pecking and cannibalism in domestic fowl. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 60, 25–41.
- Keeling, L.J., 1994. Feather pecking- who in the group does it, how often and under what circumstances. In: *Proceedings of the 9th European Poultry Conference*, pp. 288–289.
- Keeling, L.J., Duncan, I.J.H., 1991. Social spacing in domestic fowl under seminatural conditions: the effect of behavioural activity and activity transitions. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 32, 205–217.
- Kjaer, J.B., Sørensen, P., 2002. Feather pecking and cannibalism in free-range laying hens as affected by genotype, dietary level of methionine + cystine, light intensity during rearing and age at first access to the range area. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 76, 21–39.
- Lambton, S.L., Knowles, T.G., Yorke, C., Nicol, C.J., 2010. The risk factors affecting the development of gentle and severe feather pecking in loose housed laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 123, 32–42.
- LAVES, 2013. Empfehlungen zur Verhinderung von Federpicken und Kannibalismus zum Verzicht auf Schnabelkürzen bei Jung- und Legehennen. Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES), Lower Saxony, Germany.
- Leeson, S., Morrison, W.D., 1978. Effect of feather cover on feed efficiency in laying birds. *Poult. Sci.* 57, 1094–1096.
- Lohmann Tierzucht GmbH, 2005. Managementempfehlungen zur Junghennen-aufzucht. In: *Merbitzer Geflügeltagung 2005*, Celle, Lower Saxony, Germany.
- Martin, G., 1986. Die Pickaktivität von Hühnern als Kriterium für tiergerechte Fütterungs- und Haltungsbedingungen. *KTBL-Schrift* 311, 116–133.
- Martin, P., Bateson, P., 2007. *Measuring Behaviour*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- McAdie, T.M., Keeling, L.J., Blokhuys, H.J., Jones, R.B., 2005. Reduction in feather pecking and improvement of feather condition with the presentation of a string device to chickens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 93, 67–80.
- Newberry, R.C., Estevez, I., Keeling, L.J., 2001. Group size and perching behaviour in young domestic fowl. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 73, 117–129.
- Nicol, C.J., Gregory, N.G., Knowles, T.G., Parkman, I.D., Wilkins, L.J., 1999. Differential effects of increased stocking density, mediated by increased flock size, on feather pecking and aggression in laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 65, 137–152.
- Nørgaard-Nielsen, G., Vestergaard, K., Simonsen, H.B., 1993. Effects of rearing experience and stimulus enrichment on feather damage in laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 38, 345–352.
- R Core Team, 2015. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rodenburg, T.B., Van Krimpen, M.M., De Jong, I.C., De Haas, E.N., Kops, M.S., Riedstra, B.J., Nordquist, R.E., Wagenaar, J.P., Bestman, M., Nicol, C.J., 2013. The prevention and control of feather pecking in laying hens: identifying the underlying principles. *Worlds Poult. Sci. J.* 69, 361–373.
- Rue, H., Martino, S., Chopin, N., 2009. Approximate Bayesian inference for latent Gaussian models by using integrated nested Laplace approximations. *J. R. Stat. Soc. Series B Stat. Methodol.* 71, 319–392.
- Savory, C.J., 1995. Feather pecking and cannibalism. *Worlds Poult. Sci. J.* 51, 215–219.
- Tauson, R., Kjaer, J., Maria, G., Cepero, R., Holm, K., 2005. Applied scoring of integument and health in laying hens. *Anim. Sci. Pap. Rep.* 23, 153–159.
- Tullet, S.G., Macleod, M.G., Jewitt, T.R., 1980. The effects of partial defeathering on energy metabolism in the laying fowl. *Br. Poult. Sci.* 21, 241–245.
- Van Krimpen, M.M., Kwakkel, R.P., Reuvekamp, B.F.J., Van Der Peet-Schwing, C.M.C., Den Hartog, L.A., Verstegen, M.W.A., 2005. Impact of feeding management on feather pecking in laying hens. *Worlds Poult. Sci. J.* 61, 663–686.
- Wechsler, B., Huber-Eicher, B., 1998. The effect of foraging material and perch height on feather pecking and feather damage in laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 58, 131–141.
- Weeks, C.A., Nicol, C.J., 2006. Behavioural needs, priorities and preferences of laying hens. *Worlds Poult. Sci. J.* 62, 296–307.

## V. ERWEITERTE ERGEBNISSE

### 1. Ergebnisse des Normalverhaltens

#### 1.1. Ontogenese und Tagesbudget von Verhaltensweisen in Abhängigkeit vom Lebensalter und der Untersuchungsgruppe

Die Anteile der einzelnen Verhaltensweisen am Tagesbudget sind in Abbildung 8 und Tabelle 3 dargestellt. An Lebenstag (LT) 106 und 120 konnte in allen drei Untersuchungsgruppen ein Anstieg der Verhaltensweise „Stehen“ verzeichnet werden. Tiere der Untersuchungsgruppe (UG) 1 verbrachten an LT 120 52,9 % der Hellphase mit Stehen. Die Tiere der UG 2 verbrachten an LT 120 44,8 % der Hellphase mit „Stehen“ und 2,30% mit „Stehen neben dem BM“. Ähnliche Werte konnten auch in UG 3 ermittelt werden (Lebenstag 120: 46,8% „Stehen“ und 4,3% „Stehen daneben“).

Für die Verhaltensweise „Ruhen“ konnte mit zunehmendem Alter der Tiere ein abnehmender Trend beobachtet werden. In allen drei Untersuchungsgruppen verbrachten die Tiere an LT 36 (Werte zwischen 9,9 % bis 12,1 %) weniger Zeit mit „Ruhen“ als an LT 120 (Werte zwischen 1,8 % bis 2,6 %). Der Anteil des „Ruhens neben dem BM“ sank in UG 2 und UG 3 im Verlauf der Lebenstage kontinuierlich ab.

Für das „Futtersuchverhalten“ und „Futtersuchverhalten neben dem BM“ war in UG 2 und 3 ein gegenläufiger Trend zu beobachten. Der Anteil des „Futtersuchverhaltens“ stieg in beiden Untersuchungsgruppen von LT 36 auf LT 78 an und sank danach wieder ab. „Futtersuchverhalten neben dem BM“ hingegen sank von LT 36 auf LT 78 ab und stieg danach wieder leicht an. In UG 1 verbrachten die Tiere durchschnittlich 11,7 % mit dem „Futtersuchverhalten“. Tiere der UG 2 zeigten 14,8 %, Tiere der UG 3 zeigten durchschnittlich 15,3 % der Hellphase mit „Futtersuchverhalten“ und „Futtersuchverhalten neben dem BM“.

Der prozentuale Anteil der Verhaltensweise „Gefiederpflege“ am Tagesbudget zusammengefasst für alle UG und LT belief sich auf 13,2 %. „Gefiederpflege neben BM“ erreichte in UG 2 und UG 3 Werte von durchschnittlich 0,8 %. An LT 64 und LT 78 zeigten die Tiere, für alle UG zusammengefasst, durchschnittlich mehr



„Gefiederpflege“ als an den anderen Lebenstagen. In UG 1 konnten für die „Gefiederpflege“ an LT 92 der insgesamt höchste beobachtete Wert (21,4 %) dokumentiert werden.

Die Tiere verbrachten durchschnittlich 11,7 % der Hellphase mit der „Futtermaufnahme“ und durchschnittlich 4,0 % mit der „Wasseraufnahme“.

Sowohl „Pseudostaubbaden“ als auch „Pseudostaubbaden neben BM“ nahm in allen Untersuchungsgruppen geringe Werte bis maximal 0,3 % an. Für die Verhaltensweise „Staubbaden“ konnte in allen Untersuchungsgruppen an LT 36 die höchsten Werte beobachtet werden (UG 1: 1,2 %, UG 2: 0,7 %, UG 3: 1,1 %). „Staubbaden neben BM“ nahm in UG 2 durchschnittlich 0,3 % und in UG 3 durchschnittlich 0,1 % ein.

An Lebenstag 36 verbrachten die Tiere der Untersuchungsgruppe 2 und 3 2,3 % des Tagesbudgets mit Picken auf dem Beschäftigungsmaterial. Der Anteil des „Pickens“ nahm, nach einem geringen Anstieg bis zum LT 50, auf 0,7% in UG 2 und 0,8 % in UG 3 an LT 120 ab.

In UG 2 und UG 3 verbrachten die Tiere ca. 11 % der Hellphase mit dem „Picken auf und neben dem BM“.

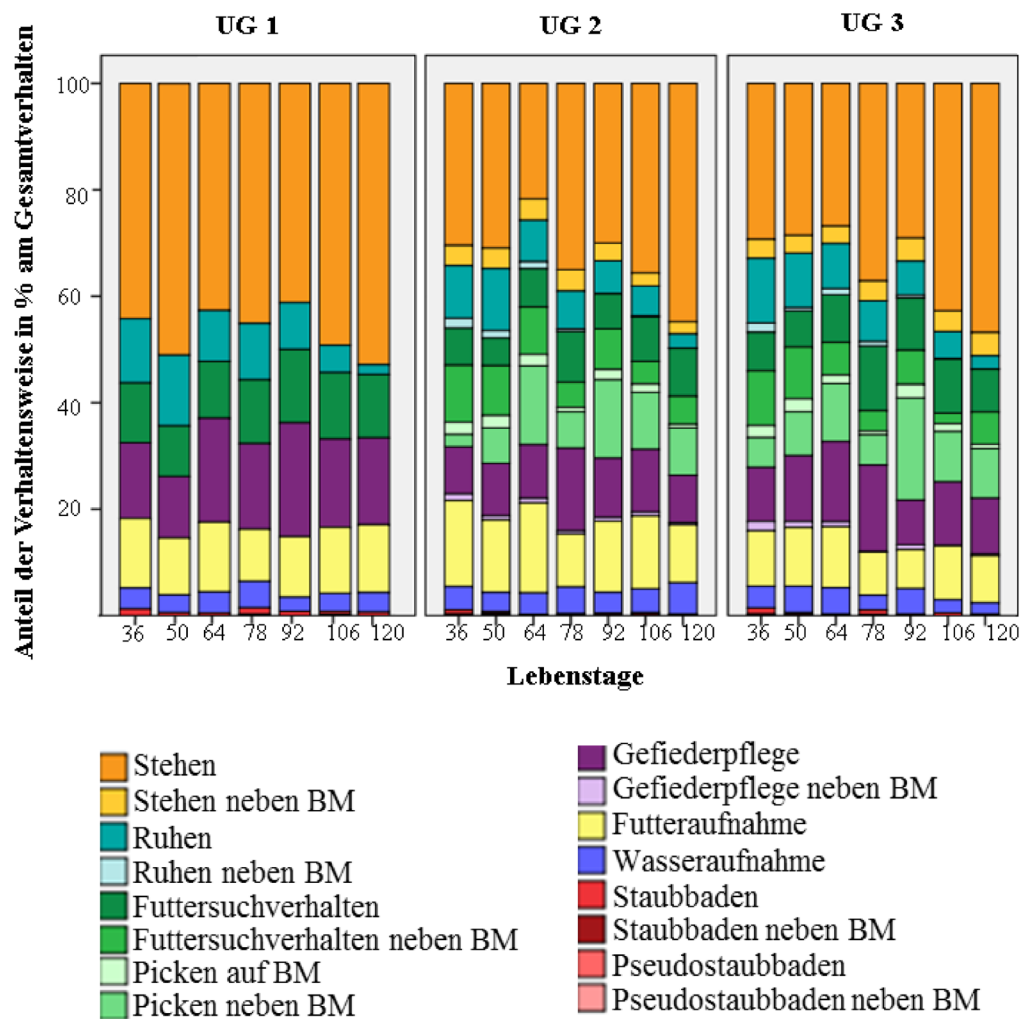


Abbildung 8: Durchschnittlicher prozentualer Anteil der einzelnen Verhaltensweisen am Gesamttagesbudget des Normalverhaltens der Hellphase.

Für alle DG, Stunden nach Lichtbeginn und Funktionsbereiche zusammengefasst. UG 1 = Besatzdichte 22,9 Tiere/m<sup>2</sup>, kein BM; UG 2 = Besatzdichte 18,1 Tiere/m<sup>2</sup>, mit BM; UG 3 = Besatzdichte 22,9 Tiere/m<sup>2</sup>, mit BM. BM = Beschäftigungsmaterial, UG = Untersuchungsgruppe, DG = Durchgang.

Der Effekt der Lebensstage auf das Auftreten verschiedener Verhaltensweisen ist in Abbildung 9 zu sehen. Einige Verhaltensweisen wiesen ein ähnliches Muster entlang der Lebensstage auf. Für die Verhaltensweisen „Picken daneben“ (Picken neben dem Beschäftigungsmaterial) und „Stehen“ ließ sich ein zunehmender Effekt mit steigendem Alter beobachten. Für das „Ruhen“ während der Hellphase wurde ein abnehmender Effekt festgestellt. Sowohl an LT 36 als auch an LT 50 konnte „Ruhen“ während der Hellphase signifikant häufiger beobachtet werden. An LT 36 konnten die Verhaltensweisen „Futteraufnahme“ und „Staubbaden“ signifikant häufiger beobachtet werden. Zugleich konnte an LT 36 signifikant weniger häufig „Stehen“ und „Picken daneben“ (Picken neben dem Beschäftigungsmaterial) beobachtet werden. „Gefiederpflege“ konnte an LT 64 und LT 78 signifikant häufiger beobachtet werden als an den anderen Lebensstagen. Gegen Ende der Aufzuchtperiode, an Lebenstag 120, zeigten die Tiere signifikant häufiger „Picken daneben“ (Picken neben dem Beschäftigungsmaterial) und „Stehen“ und signifikant weniger „Ruhen“. Für die Verhaltensweisen „Futtersuchverhalten“ und „Picken“ (Picken auf dem Beschäftigungsmaterial) ließen sich an LT 50 und LT 78 gegenläufige Effekte beobachten.

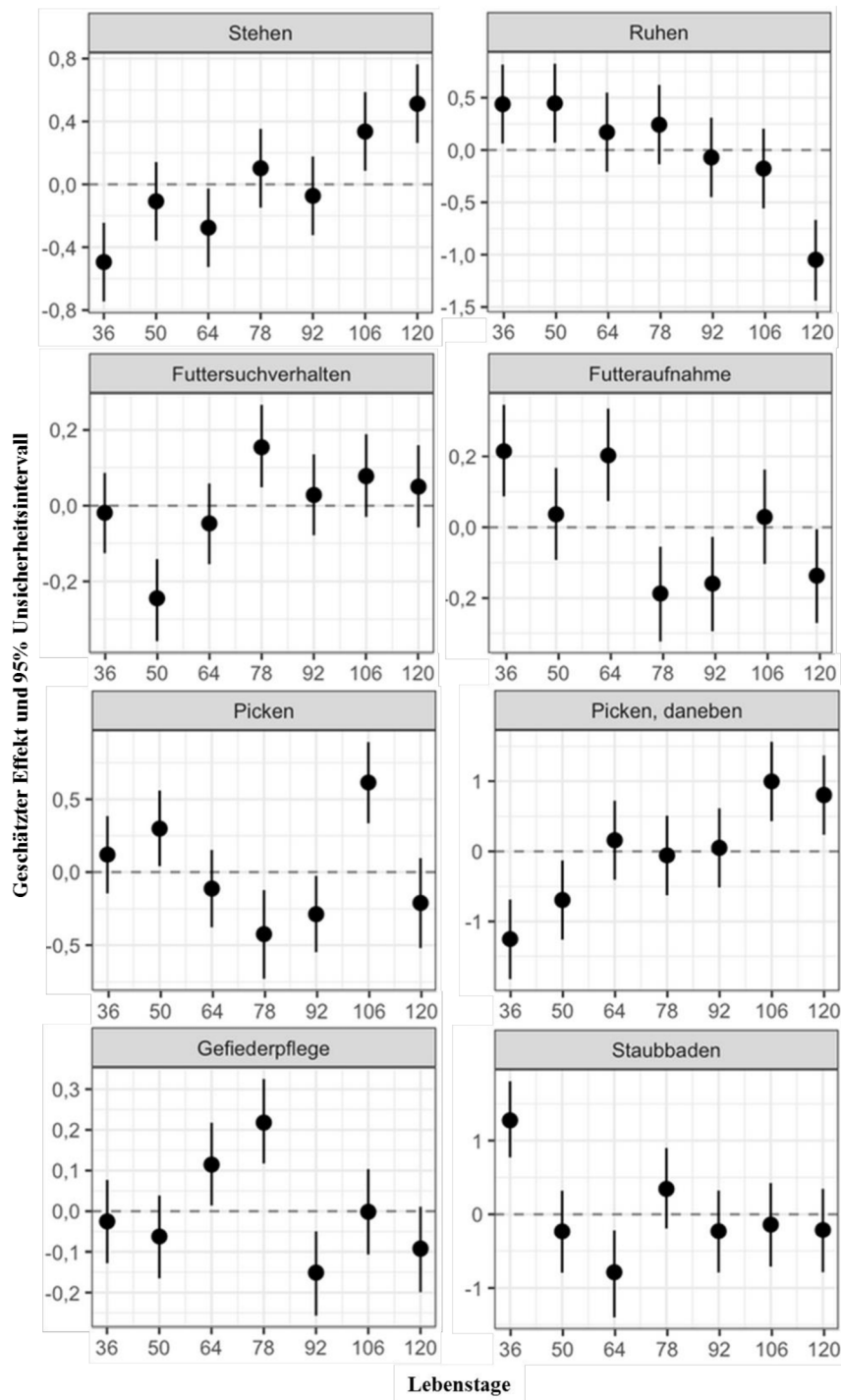


Abbildung 9: Geschätzter Effekt und 95 % Unsicherheitsintervall ausgewählter Verhaltensweisen der Hellphase in Abhängigkeit vom Lebenstag.

Für alle Stunden nach Lichtbeginn, DG, UG und Funktionsbereiche zusammengefasst. Der Wert des Regressionskoeffizienten (Punkt) beschreibt die Richtung des Zusammenhanges. Die Stärke der Zusammenhänge kann durch die Entfernung des Regressionskoeffizienten zur Nulllinie interpretiert werden (weitere Entfernung = stärkerer Zusammenhang). Die Unsicherheitsintervalle (UI) beschreiben die Genauigkeit der Schätzung (größere Intervalle = geringere Präzision der Schätzung). Ein Effekt ist signifikant, wenn das UI die Nulllinie nicht schneidet (entspricht einem Signifikanztest zum Signifikanzniveau von 0,05). DG = Durchgang, BM = Beschäftigungsmaterial, UG = Untersuchungsgruppe. Picken = Picken an BM während Tier auf BM steht, Picken daneben = Picken an BM während Tier neben BM steht.

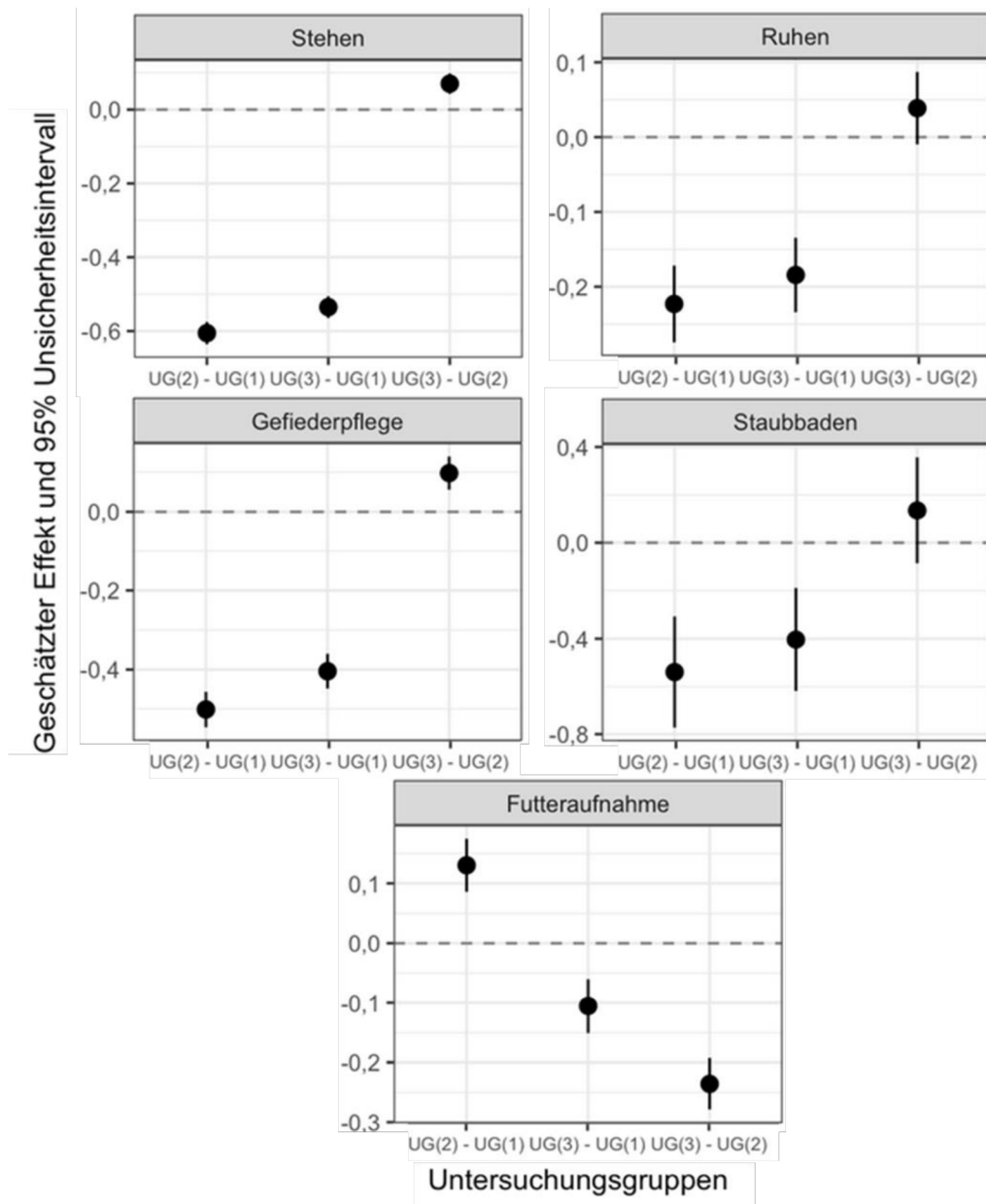


Abbildung 10: Geschätzter Effekt und 95 % Unsicherheitsintervall ausgewählter Verhaltensweisen der Hellphase in Abhängigkeit von der Untersuchungsgruppe.

Für alle DG, Stunden nach Lichtbeginn, LT und alle Funktionsbereiche zusammengefasst. Der Wert des Regressionskoeffizienten (Punkt) beschreibt die Richtung des Zusammenhanges. Die Stärke der Zusammenhänge kann durch die Entfernung des Regressionskoeffizienten zur Nulllinie interpretiert werden (weitere Entfernung = stärkerer Zusammenhang). Die Unsicherheitsintervalle (UI) beschreiben die Genauigkeit der Schätzung (größere Intervalle = geringere Präzision der Schätzung). Ein Effekt ist signifikant, wenn das UI die Nulllinie nicht schneidet (entspricht einem Signifikanztest zum Signifikanzniveau von 0,05). DG = Durchgang, UG = Untersuchungsgruppe, LT = Lebenstage.

Abbildung 10 beschreibt das Auftreten ausgewählter Verhaltensweisen im Vergleich zwischen den Untersuchungsgruppen. In UG 2 und UG 3 (beide Gruppen hatten Beschäftigungsmaterial zur Verfügung) trat signifikant weniger „Stehen“, „Ruhe“, „Gefiederpflege“ und „Staubbaden“ auf als in UG 1. Tiere der UG 2 zeigten signifikant mehr „Futteraufnahme“ als Tiere der UG 1 und UG 3 (Besatzdichte 22,9 Tiere/m<sup>2</sup>).

## **1.2. Entwicklung eines Tagesrhythmus in Abhängigkeit von der Hellphase**

In Abbildung 11 ist zu erkennen, dass bestimmte Verhaltensweisen („Futteraufnahme“, „Wasseraufnahme“, „Futtersuchverhalten“) signifikant häufiger zu Beginn der Hellphase auftreten, wohingegen andere Verhaltensweisen („Ruhe“, „Staubbaden“) signifikant weniger zu beobachten waren. Gegen Ende der Hellphase zeigten die Tiere signifikant häufiger „Stehen“ und signifikant weniger „Futteraufnahme“, „Futtersuchverhalten“, „Gefiederpflege“, „Ruhe“ und „Staubbaden“. Beim „Futtersuchverhalten“ ließ sich ein alternierender Effekt im Tagesverlauf erkennen. Die Verhaltensweisen „Futteraufnahme“ und „Gefiederpflege“ ähneln sich in ihrem Auftreten im Tagesverlauf und zeigen ab 10 h nach Lichtbeginn eine Abnahme in ihrem Auftreten. „Staubbaden“ trat 5, 6, 7 und 8 h nach Lichtbeginn signifikant häufiger auf.

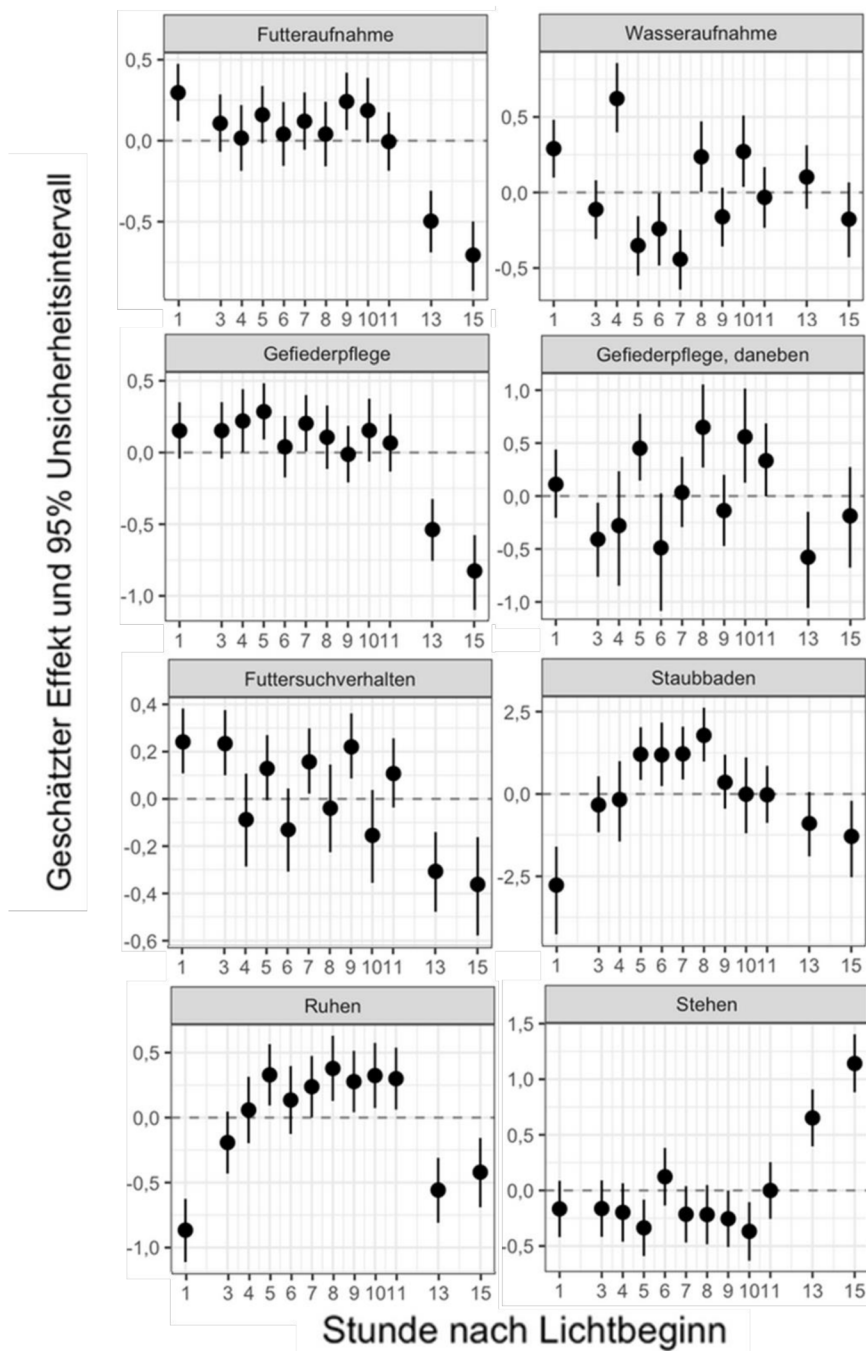


Abbildung 11: Geschätzter Effekt und 95 % Unsicherheitsintervall ausgewählter Verhaltensweisen der Hellphase in Abhängigkeit von der Stunde nach Lichtbeginn.

Für alle LT, UG, DG und Funktionsbereiche zusammengefasst. Der Wert des Regressionskoeffizienten (Punkt) beschreibt die Richtung des Zusammenhanges. Die Stärke der Zusammenhänge kann durch die Entfernung des Regressionskoeffizienten zur Nulllinie interpretiert werden (weitere Entfernung = stärkerer Zusammenhang). Die Unsicherheitsintervalle (UI) beschreiben die Genauigkeit der Schätzung (größere Intervalle = geringere Präzision der Schätzung). Ein Effekt ist signifikant, wenn das UI die Nulllinie nicht schneidet (entspricht einem Signifikanztest zum Signifikanzniveau von 0,05). LT = Lebenstag, UG = Untersuchungsgruppe, DG = Durchgang, „daneben“ = neben Beschäftigungsmaterial.

## 2. Ergebnisse des Ruheverhaltens der Dunkelphase

### 2.1. Entwicklung des bevorzugten Ruheverhaltens in Abhängigkeit vom Lebensalter

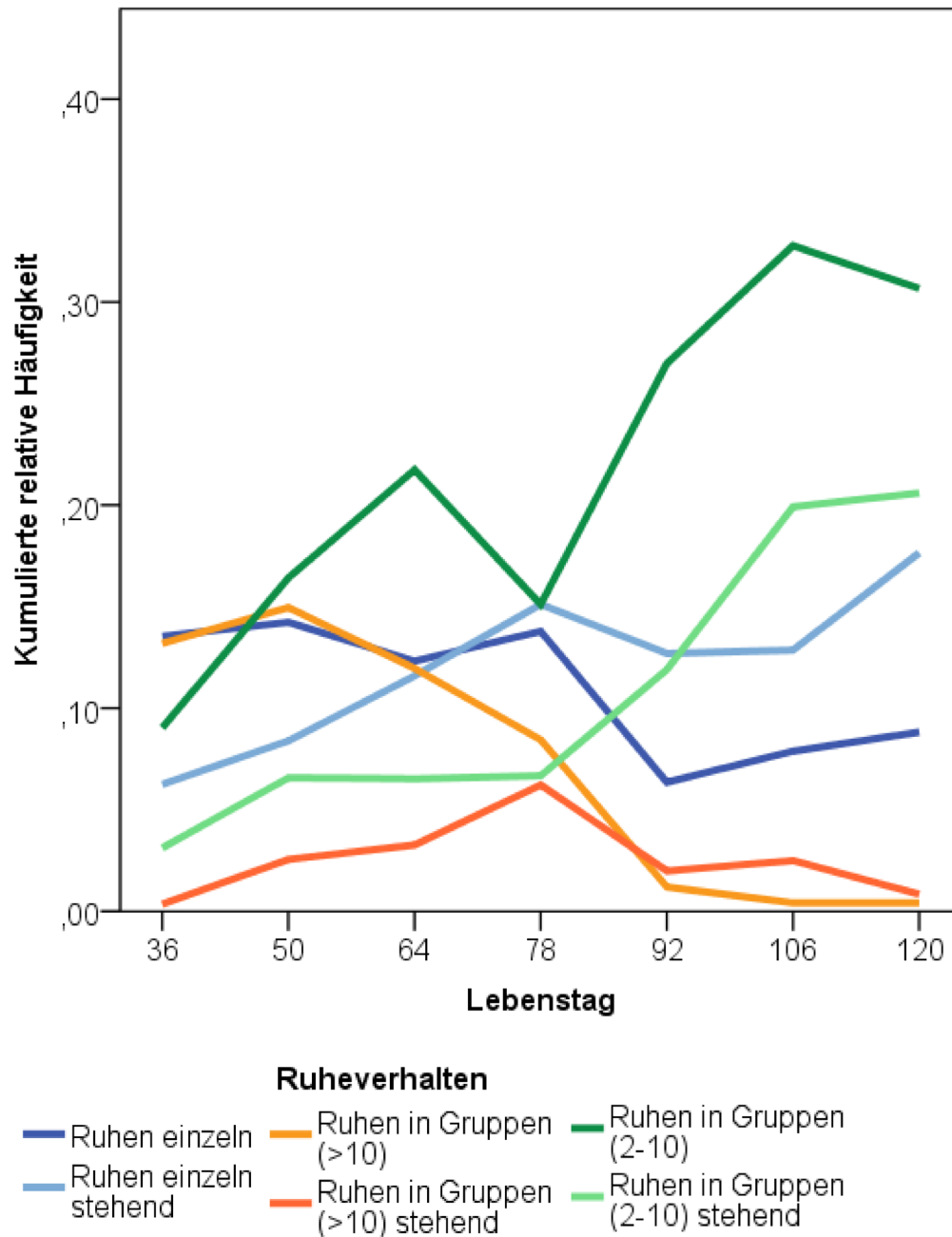


Abbildung 12: Relative Häufigkeit des unterschiedlichen Ruheverhaltens in Abhängigkeit vom Lebensstag.

Für alle UG, DG, Beobachtungszeitpunkte und Funktionsbereiche zusammengefasst. UG = Untersuchungsgruppe, DG = Durchgang.

Abbildung 12 zeigt, dass mit zunehmendem Lebensalter der Tiere ein tendenzieller Anstieg der Verhaltensweisen „Ruhe in Gruppen von 2 bis 10 Tieren“, „stehendes



Ruhen in Gruppen von 2 bis 10 Tieren“ und „stehendes Ruhen einzelner Tiere“ zu erkennen war. Für das Ruhen in „Gruppen > 10 Tieren“ war ein abnehmender Effekt zu erkennen. Das „stehende Ruhen Gruppen > 10 Tieren“ nahm bis zum Lebenstag 78 zu und sank danach wieder ab.

Um Aussagen über eine Veränderung des Ruheverhaltens während der Dunkelphase bezüglich des stehenden oder liegenden Ruhens treffen zu können, wurden die Beobachtungen in Abbildung 13 deskriptiv ausgewertet.

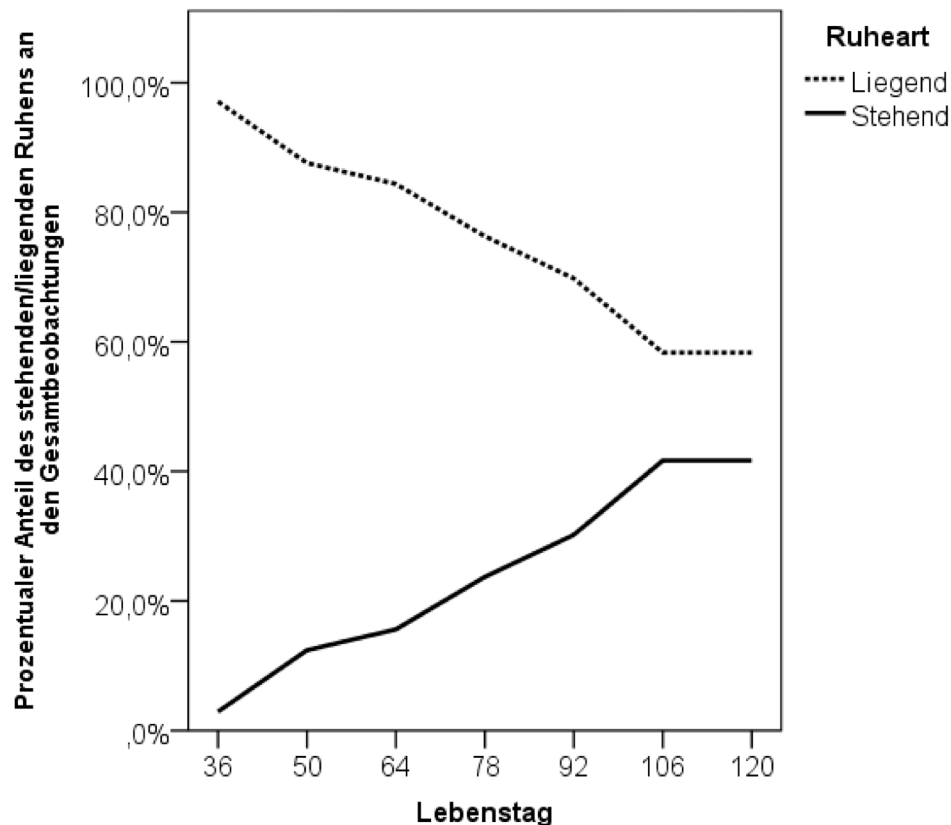


Abbildung 13: Prozentualer Anteil des Ruhens im Stehen oder im Liegen/ Sitzen in Abhängigkeit vom Lebenstag.

Für alle Ruhearten (Ruhen einzeln, Ruhen in Gruppen von 2 bis 10 Tieren und Ruhen in Gruppen > 10 Tieren), DG, Beobachtungszeitpunkte und UG zusammengefasst. DG = Durchgänge, UG = Untersuchungsgruppe.

An LT 36 zeigten die Tiere 97,1 % aller beobachteten Ruheverhaltensweisen „liegend“. Im Laufe der Aufzuchtperiode zeigte sich aber eine Annäherung des Anteils an liegenden/sitzenden an die stehenden Ruheverhaltensweisen. An LT 106 und LT 120 zeigten die Junghennen in 58,3 % aller Beobachtungen liegendes Ruhen und in 41,7 % aller Beobachtungen ruhten die Tiere stehend.

## 2.2. Ruheverhalten in Abhängigkeit von den Funktionsbereichen

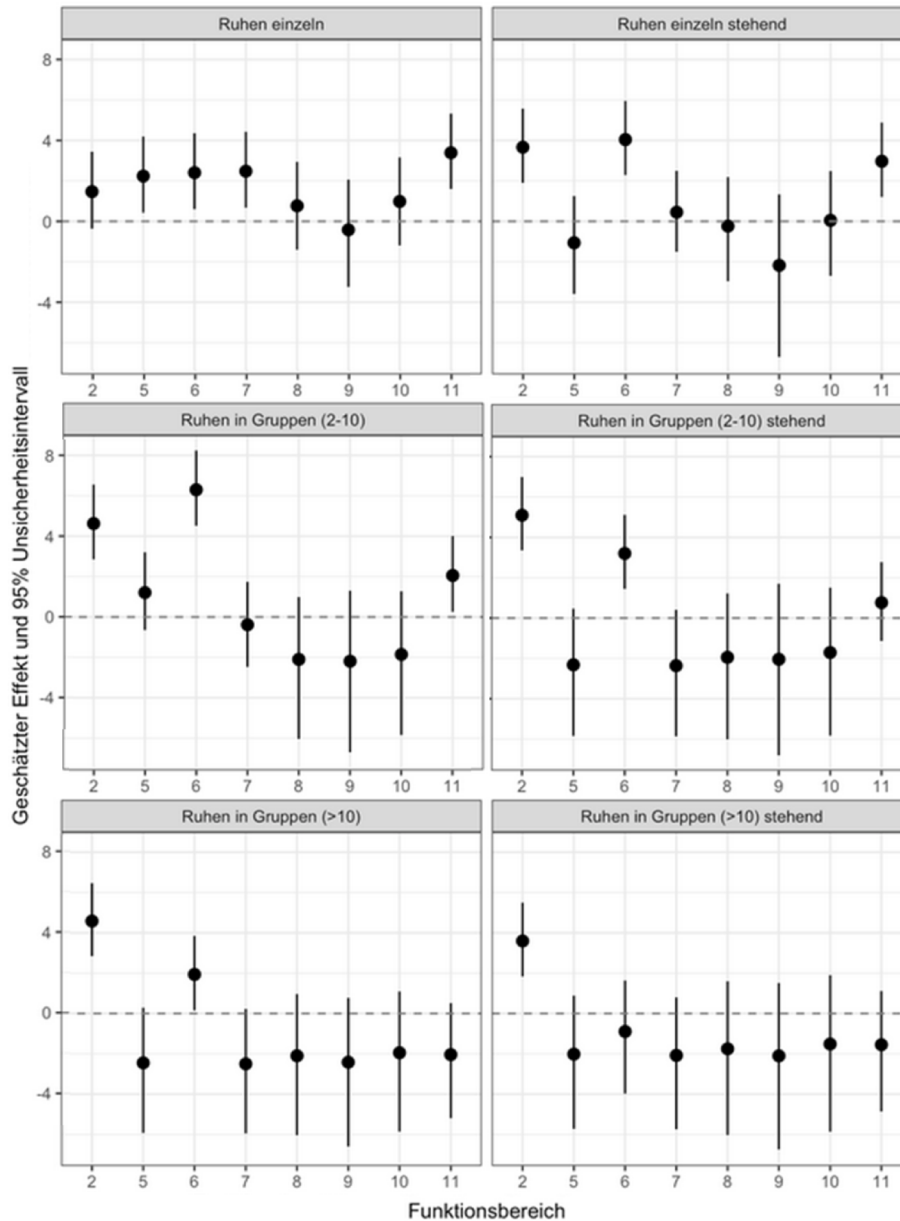


Abbildung 14: Geschätzter Effekt und 95 % Unsicherheitsintervall des entsprechenden Ruheverhaltens während der Dunkelphase in Abhängigkeit von den Funktionsbereichen.

Für alle UG, DG, Beobachtungszeitpunkte und Lebenstage zusammengefasst. 2 = Gitterboden Voliere, 5 = Sitzstange über Tränkelinie, 6 = Sitzstange über Futterkette, 7 = Einstreubereich, 8 = Pickstein Einstreubereich, 9 = Pickblock Einstreubereich, 10 = Luzerneballen Einstreubereich, 11 = Anflugbalkon Voliere. Der Wert des Regressionskoeffizienten (Punkt) beschreibt die Richtung des Zusammenhanges. Die Stärke der Zusammenhänge kann durch die Entfernung des Regressionskoeffizienten zur Nulllinie interpretiert werden (weitere Entfernung= stärkerer Zusammenhang). Die Unsicherheitsintervalle (UI) beschreiben die Genauigkeit der Schätzung (größere Intervalle= geringere Präzision der Schätzung). Ein Effekt ist signifikant, wenn das UI die Nulllinie nicht schneidet (entspricht einem Signifikanztest zum Signifikanzniveau von 0,05). UG = Untersuchungsgruppe, DG = Durchgänge.

Der Effekt des Funktionsbereiches in Bezug auf das jeweilige Ruheverhalten ist in Abbildung 14 dargestellt. „Einzelnes Ruhen“ im Liegen/Sitzen kam signifikant häufiger auf den Sitzstangen über der Futterkette und Tränkelinie, im Einstreubereich und auf dem Anflugbalkon vor. Das „stehende Ruhen einzelner Tiere“ wurde signifikant häufiger auf dem Gitterboden der Voliere, auf der Sitzstange über der Futterkette und im Bereich des Anflugbalkones beobachtet. Sowohl „Ruhen in Gruppen von 2 bis 10 Tieren“, „stehendes Ruhen in Gruppen von 2 bis 10 Tieren“ als auch „Ruhen in Gruppen > 10 Tiere“ kam signifikant häufiger auf dem Gitterboden der Voliere und auf der Sitzstange über der Futterkette vor.

### 3. Ergebnisse der Nutzung der Volierebenen in Abhängigkeit vom Lebenstag und Beobachtungszeitpunkt

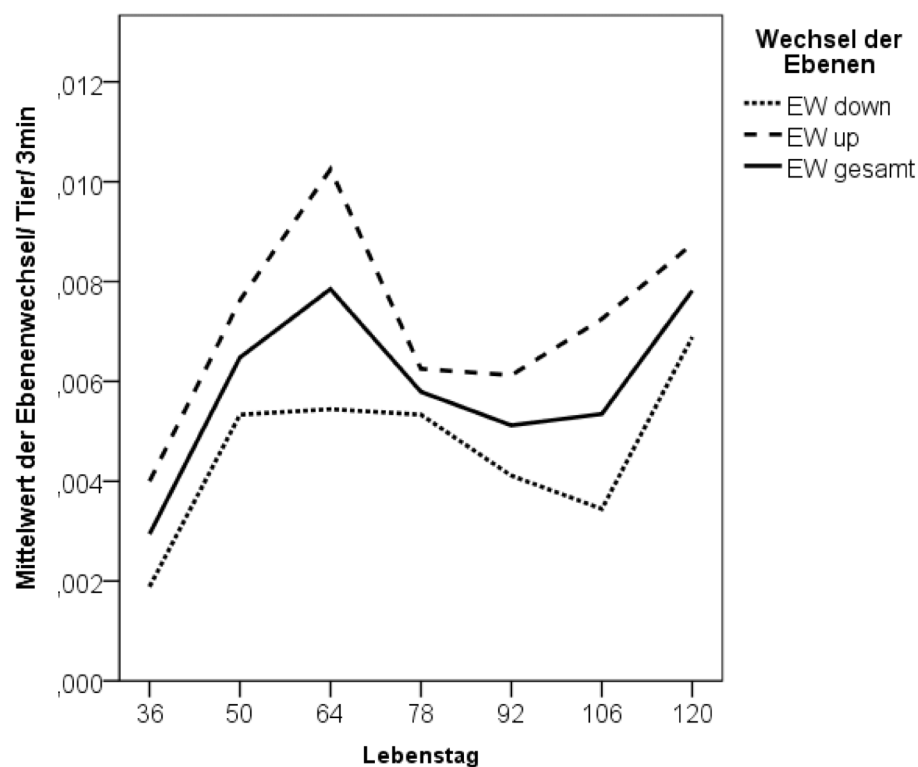


Abbildung 15: Mittelwerte der Ebenenwechsel/Tier/3min in Abhängigkeit vom Lebenstag.

Für alle Möglichkeiten des Ebenenwechsels, UG, DG, und Beobachtungszeitpunkte zusammengefasst. EW up = Wechsel aufwärts (in eine höher liegende Volierebene), EW down = Wechsel abwärts (in eine darunter liegende Volierebene), EW gesamt = Wechsel aller Volierebenen auf- und abwärts. UG = Untersuchungsgruppe, DG = Durchgänge.

In Abbildung 15 sind die Mittelwerte aller möglichen Wechsel der Volierebenen (Ebenenwechsel) auf- und abwärts an den jeweiligen Lebenstagen zu sehen. Für die Wechsel der Volierebenen nach oben (EW up) war bis zum LT 64 eine Zunahme zu beobachten und von LT 64 auf LT 92 ein Absinken. Ab LT 92 kam es dann wieder zu einem Anstieg der Ebenenwechsel nach oben. Insgesamt führten die Tiere tendenziell mehr Ebenenwechsel aufwärts als abwärts durch. Nach einem Anstieg der Ebenenwechsel nach unten (EW down) von LT 36 auf LT 50 erfolgte von LT 78 bis LT 106 eine kontinuierliche Abnahme der Wechsel abwärts. Ab LT 106 konnte eine Zunahme der Wechsel abwärts dokumentiert werden. Die gesamten Wechsel der Ebenen zeigten bis LT 64 eine Zunahme, dann bis LT 92 eine Abnahme und ab diesem LT wieder ansteigende Werte.

Um statistische Aussagen über die Unterschiede der Ebenenwechsel zu den drei unterschiedlichen Beobachtungszeitpunkten (Zeitpunkt 1 = Beginn der Hellphase, Zeitpunkt 2 = Mitte der Hellphase, Zeitpunkt 3 = Beginn Dunkelphase) treffen zu können, wurde ein lineares gemischtes Modell berechnet (Abbildung 16). Bei den Beobachtungen zur Mitte der Hellphase konnten bei fast allen Möglichkeiten signifikant weniger Wechsel der Ebenen beobachtet werden als zu Beginn oder gegen Ende der Hellphase (Beginn der Dunkelphase). Signifikante Unterschiede zwischen der Häufigkeit der Ebenenwechsel zu Beginn der Hellphase (Zeitpunkt 1) und zu Beginn der Dunkelphase (Zeitpunkt 3) konnten bei zwei Konstellationen der Ebenenwechsel abwärts und bei drei möglichen Wechseln aufwärts gefunden werden.

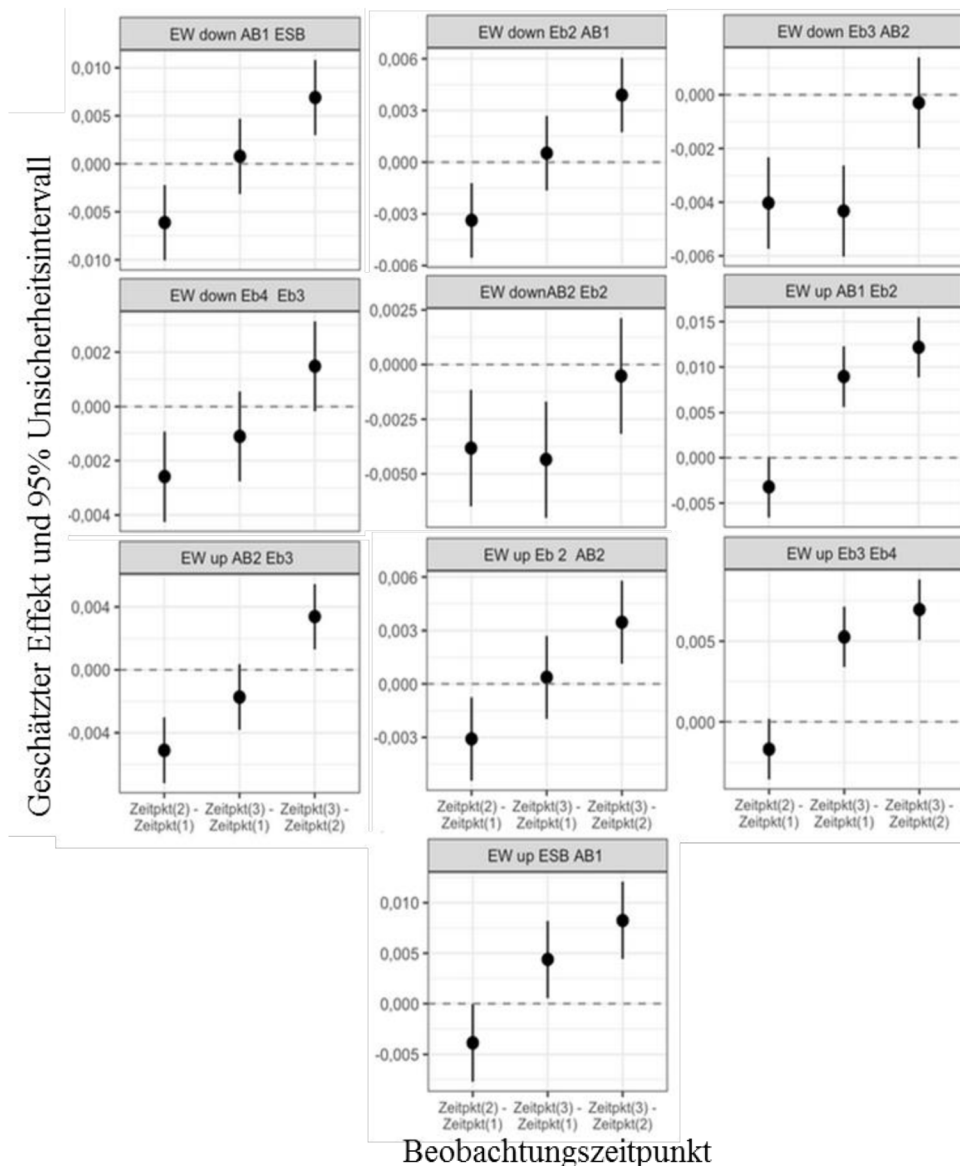


Abbildung 16: Geschätzter Effekt und 95 % Unsicherheitsintervall ausgewählter Ebenenwechsel „up“ und „down“ in Abhängigkeit von den Beobachtungszeitpunkten 1 bis 3.

Für alle UG, LT und DG zusammengefasst. EW down = Wechsel abwärts (in eine darunter liegende Volierenebene), EW up = Wechsel aufwärts (in eine höher liegende Volierenebene), Zeitpkt 1 = Beobachtungszeitpunkt zu Beginn der Hellphase, Zeitpkt 2 = Beobachtungszeitpunkt in der Mitte der Hellphase, Zeitpkt 3 = Beobachtungszeitpunkt zu Beginn der Dunkelphase. Der Wert des Regressionskoeffizienten (Punkt) beschreibt die Richtung des Zusammenhanges. Die Stärke der Zusammenhänge kann durch die Entfernung des Regressionskoeffizienten zur Nulllinie interpretiert werden (weitere Entfernung = stärkerer Zusammenhang). Die Unsicherheitsintervalle (UI) beschreiben die Genauigkeit der Schätzung (größere Intervalle = geringere Präzision der Schätzung). Ein Effekt ist signifikant, wenn das UI die Nulllinie nicht schneidet (entspricht einem Signifikanztest zum Signifikanzniveau von 0,05). Eb = Ebene, AB = Anflugbalkon, ESB = Einstreubereich, UG = Untersuchungsgruppe, LT = Lebensstage, DG = Durchgänge.

## **VI. ERWEITERTE DISKUSSION**

Ziel dieses Forschungsvorhabens war die Erhebung wissenschaftlicher Daten in Bezug auf die Ontogenese des Normalverhaltens und des Pickverhaltens von Junghennen im Alter von 36 bis 120 Lebenstagen. Die Ergebnisse können unter anderem als Grundlage für weitere Empfehlungen und gesetzlichen Vorgaben für Haltungsanforderungen in der Junghennenaufzucht dienen. Basierend auf den Ergebnissen dieser Studie wird im folgenden Abschnitt die Entwicklung des Normalverhaltens während der Hellphase, des Ruheverhaltens während der Dunkelphase und die Ausnutzung der unterschiedlichen Ebenen der Voliere durch die Junghennen erörtert.

### **1. Normalverhalten**

#### **1.1. Ontogenese und Tagesbudget der Verhaltensweisen in Abhängigkeit vom Lebensalter und der Untersuchungsgruppe**

Der Anteil der Verhaltensweise Stehen am Tagesbudget stieg in allen Untersuchungsgruppen im Verlauf der Lebenstage an. Die Junghennen zeigten an Lebenstag (LT) 36, kurz nach dem Öffnen der Voliere (an LT 32), signifikant weniger Stehen. Eine mögliche Ursache hierfür könnte sein, dass den Tieren durch den Zugang zum Einstreubereich, sowie in den Untersuchungsgruppen (UG) 2 und UG 3 der Zugang zu den manipulierbaren Beschäftigungsmaterialien, zusätzliche Anreize zum Erkunden geboten wurden und die Tiere andere Verhaltensweisen (zum Beispiel Staubbaden) verstärkt ausübten. Des Weiteren zeigten die Tiere der UG 1 signifikant mehr Stehen als Tiere der UG 2 und 3. Bei den Untersuchungsgruppen mit Beschäftigungsmaterialien nahmen die Verhaltensweisen, die neben und an den Pickblöcken, Picksteinen und Luzerneballen ausgeführt wurden, durchschnittlich 23,3 % des Tagesbudgets ein. Möglicherweise animierte das Beschäftigungsmaterial zum vermehrten Ausüben von Verhaltensweisen. Auch SHEPHERDSON et al. (1989) konnten ein erhöhtes Aktivitätslevel feststellen, wenn Tiere in einer angereicherten Umgebung gehalten wurden. Gegen Ende der Aufzuchtperiode verbrachten die Tiere bis zur Hälfte ihres Tagesbudgets mit Stehen. Ähnliche Werte beobachteten auch CHANNING et al. (2001). In einer Studie mit adulten Legehennen konnten diese feststellen, dass die Tiere 44,7 % ihrer Aktivitätsphase mit inaktivem/untätigem Stehen („standing

idle“) verbrachten. Die schlechter werdende Qualität des Einstreubereiches, das Vorhandensein von weniger Platz aufgrund des Größenwachstums der Tiere und ein Gewöhnungseffekt an vorhanden Ressourcen könnten dafür verantwortlich sein, dass die Junghennen an LT 106 und LT 120 signifikant mehr Stehen zeigten. Auch in der Literatur wird das Vorhandensein von lockerer und trockener Einstreu und das Wechseln von Beschäftigungsmaterialien als Voraussetzung aufgeführt, um die Tiere zum Ausüben von unterschiedlichen Verhaltensweisen zu animieren (LAVES, 2013)

Ein gegenläufiger Effekt zum Stehen war bei der Verhaltensweise Ruhen während der Hellphase zu beobachten. Zu Beginn der Beobachtungsphase zeigten die Junghennen signifikant mehr und gegen Ende der Aufzuchtperiode zeigten die Tiere signifikant weniger Ruhen. Das signifikant häufigere Auftreten von Ruhen während der Hellphase zu Beginn der Beobachtungsphase könnte mit dem Öffnen der Voliere in Relation gebracht werden. Den Tieren wurde durch den Zugang zu weiteren Volierenebenen, zusätzlichen Sitzstangen und Anflugbalkonen mehr Platz geboten, um das Ruheverhalten ungestört auszuüben. Laut Literatur nutzen zwischen 20 % und 40 % der Hennen auch während der Hellphase erhöhte Sitzstangen als Ruheort (BILČÍK und KEELING, 2000; NEWBERRY et al., 2001; PLATTNER, 2015). Das Größenwachstum der Tiere, was mit sinkendem Platzangebot zum ungestörten Ausüben des Ruhens einhergeht, könnte auch hier eine mögliche Ursache für die Abnahme des Ruheverhaltens während der Hellphase mit steigendem Alter sein. An LT 35 und LT 49 fanden außerdem Vakzinationen statt. Eine eventuell ausgelöste Reaktion und Aktivierung des Immunsystems (BESTMAN et al., 2011) könnte zu einer eventuellen Schwächung des Körpers geführt haben und das vermehrte Ruhen erklären. Dagegen spricht, dass die Tiere auch an den LT 56, LT 77, LT 91, LT 98 und LT 105 weitere Impfungen erhielten, der Anteil des Ruhens aber kontinuierlich abnahm. Möglicherweise waren die Tiere mit zunehmendem Gewicht und Alter belastbarer. Zusammenfassend für alle UG und LT nahm das Ruhen 7,84 % der Hellphase ein. Diese Werte ähneln den Werten von CHANNING et al. (2001), die feststellten, dass Legehennen 5,4 % ihrer der Aktivitätsphase während des Lichttages mit Ruhen verbrachten. UG 2 und 3 zeigten signifikant weniger „Ruhe“ als UG 1. Da in diesen beiden Gruppen im Gegensatz zu UG 1 Beschäftigungsmaterial zur Verfügung stand, ist anzunehmen, dass das Vorhandensein von diesem Enrichment

zu weniger Ruhen führte. Wie bereits erwähnt, wäre es möglich, dass das Vorhandensein von manipulierbaren Materialien zu einer höheren Aktivität der Tiere führt (SHEPHERDSON et al., 1989). Auch OESTER (2005) bemerkte, dass die Länge der täglichen Ruhedauer während der Hellphase von diversen Faktoren beeinflusst wird. Weiterhin stellte er fest, dass die Ruhedauer unter anderem durch eine reizlose Umwelt verlängert und im Gegensatz dazu in einer angereicherten Umgebung verkürzt wird.

Futtersuchverhalten nahm bei allen Untersuchungsgruppen im Durchschnitt 9,4 % der Aktivität der Hellphase ein. Dies liegt über den Werten von CHANNING et al. (2001), welche 5,9 % Futtersuchverhalten in der Aktivitätsphase beobachten konnten. Bezüglich der Effekte entlang der Lebenstage ließ sich an LT 50 signifikant weniger und an LT 78 signifikant mehr Futtersuchverhalten beobachten. Diese Ergebnisse gehen einher mit den Erkenntnissen der Studie von DAWSON und SIEGEL (1967). Diese fanden heraus, dass Bodenscharren, welches ebenfalls dem Futtersuchverhalten zugerechnet wird, bis zur dritten Lebenswoche anstieg, dann im Verlauf bis zur siebten Lebenswoche (LT 42) abfiel und erst ab der neunten Lebenswoche (LT 63) wieder anstieg. Des Weiteren ließ sich ein Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Verhaltensweise Picken auf dem Beschäftigungsmaterial (BM) und dem Futtersuchverhalten erkennen. Entgegengesetzt zum Futtersuchverhalten konnte Picken auf BM an LT 50 signifikant häufiger und an LT 78 signifikant seltener beobachtet werden. Mit dem Absinken von Picken auf BM stieg das Auftreten von Futtersuchverhalten. Futtersuchverhalten beschreibt eine Verhaltensabfolge von Fortbewegung, Scharren mit den Füßen und Picken, welches dem Auffinden von Nahrung dient (MARTIN, 2005). Auch beim Bepicken des Beschäftigungsmaterials zeigten die Junghennen oft eine Kombination aus Scharren und Picken. Da die Materialien zum Teil aus organischen Substanzen (Luzerne, Körner, Mineralien) bestanden, diente auch dieses Verhalten der Nahrungsaufnahme. Weil sowohl Futtersuchverhalten als auch Picken auf BM dem Erkundungs- und Nahrungserwerbsverhalten zugerechnet werden können, ist es möglich, dass die Tiere das Absinken einer Verhaltensweise mit dem Anstieg der anderen Verhaltensweise kompensierten. Nach anfänglicher Neugier auf „Neues“ könnte ein Gewöhnungseffekt an das vorhandene Beschäftigungsmaterial aufgetreten sein (LAVES, 2013), der die Tiere zu vermehrtem Ausüben von Futtersuchverhalten im Einstreubereich, mit weiterer



Distanz zum Beschäftigungsmaterial, veranlasste. Dieser Zusammenhang kann aber nur für UG 2 und UG 3 hergestellt werden, da nur diese Gruppen aufgrund des Beschäftigungsmaterials die Möglichkeit hatten, Picken auf BM und Picken neben BM auszuüben.

Tiere der UG 1 zeigten tendenziell das meiste Futtersuchverhalten. Sowohl die Manipulation der Einstreu durch Scharren und Picken (Futtersuchverhalten) als auch das Bepicken der Pickblöcke, Picksteine und Luzerneballen dient als Möglichkeit zur Beschäftigung der Tiere. Somit wäre es, wie bereits oben erwähnt, auch möglich, die Verhaltensweisen Picken auf BM, Picken neben BM und Futtersuchverhalten unter dem Oberbegriff des Erkundungs- und Nahrungserwerbsverhaltens zusammenzufassen. Die Tiere in UG 2 und in UG 3 verbrachten ca. 11 % des Tagesbudgets mit Picken und Picken neben dem Beschäftigungsmaterial und zeigten ca. 7 % Futtersuchverhalten neben dem Beschäftigungsmaterial. Fasst man diese Verhaltensweisen nun mit dem Futtersuchverhalten zusammen, kommt man auf 11,7 % Futtersuchverhalten in UG 1, 25,8 % Erkundungs- und Nahrungserwerbsverhalten in UG 2 und 26,8 % Erkundungs- und Nahrungserwerbsverhalten in UG 3.

Tiere der UG 2 und UG 3 zeigten signifikant weniger leichtes Federpicken (GFP= gentle feather pecking) und starkes Federpicken (SFP= starkes Federpicken) (siehe Veröffentlichung in Kapitel IV) und durchschnittlich mehr Erkundungs- und Nahrungserwerbsverhalten als UG 1. In der Literatur wird ein Zusammenhang von Federpicken und unbefriedigtem Futtersuchverhalten beschrieben (HUBER-EICHER und WECHSLER, 1998; DIXON et al., 2008; DE JONG et al., 2013). Da auch in der vorliegenden Studie die Tiere, die tendenziell mehr Erkundungs- und Nahrungserwerbsverhalten (Futtersuchverhalten, Picken auf BM, Picken neben BM) ausübten, weniger Federpicken zeigten, könnte auch hier eine Verbindung zwischen dem Auftreten von Federpicken und Futtersuchverhalten/Bepicken von Beschäftigungsmaterial vermutet werden.

Die Junghennen verbrachten 13,2 % ihrer Aktivitätsphase mit der Gefiederpflege. In der Literatur ließen sich für Legehennen Werte zwischen 6,9 % (CHANNING et al., 2001) und 11 % (DAWKINS, 1989) finden. An LT 64 und LT 78 konnte zudem signifikant mehr Gefiederpflege beobachtet werden als an den anderen Lebenstagen. Dieses Ergebnis könnte mit dem Auftreten eines unvollständigen Wechsels der Federn (Teilmauser), der üblicherweise zwischen der neunten (LT 56

bis 63) und zehnten Lebenswoche (LT 63 bis 70) stattfindet, erklärt werden (BESTMAN et al., 2011). Während der Aufzuchtperiode erneuern Junghennen ihre Federn in der Regel vier Mal (eine komplette Mauser und drei Teilmausern) (BESTMAN et al., 2011). Auch der prozentual höhere Anteil von Gefiederpflege neben dem Beschäftigungsmaterial an LT 36 lässt sich mit einer Mauser der Daunenfedern in Verbindung bringen, die in der Regel in der fünften (LT 28 bis 35) bis sechsten (LT 35 bis 42) Lebenswoche stattfindet (BESTMAN et al., 2011). Tiere der Untersuchungsgruppen mit Beschäftigungsmaterial (UG 2 und UG 3) zeigten außerdem signifikant weniger Gefiederpflege als die Untersuchungsgruppe ohne Beschäftigungsmaterial (UG 1). In der Literatur konnten ähnliche Ergebnisse gefunden werden: BUBIER (1996) stellte fest, dass Legehennen, die ohne eine Anreicherung ihrer Umwelt gehalten wurden, mehr Gefiederpflege zeigten, als Tiere die in einer angereicherten Umwelt lebten. Das Ausüben der Gefiederpflege könnte somit als Ersatzhandlung für fehlende Beschäftigungsmöglichkeiten interpretiert werden. Auch BLACK und HUGHES (1974) bezeichnen das Putzen des Gefieders als Verhaltensweise, die ausgeübt wird, um freie Zeit zu überbrücken.

Über alle Beobachtungstage hinweg zeigten die Tiere während der Hellphase durchschnittlich 0,5 % Staubbaden. In der Literatur konnten für den Anteil des Staubbadens höhere Werte von bis zu 2,4 % bei Küken bis zum LT 22 (HELMER, 2017) und 1,5% bei adulten Legehennen (CHANNING et al., 2001) gefunden werden. An LT 36 konnte signifikant häufiger Staubbaden beobachtet werden. Mit bis zu 1,2 % ähnelte der Anteil am Tagesbudget hier den Ergebnissen von CHANNING et al. (2001). Möglicherweise lebten die Tiere diese Verhaltensweise kurz nach dem Öffnen der Volierenkäfige verstärkt aus, da sie durch das Langstroh im Einstreubereich animiert wurden. Auch LINDBERG (1999) stellte fest, dass Legehennen, die auf Gitterboden gehalten wurden, in einem Test mit Einstreumaterial signifikant mehr Staubbaden zeigten. Die geringen Werte des Staubbadens am Tagesbudget könnten dadurch entstanden sein, dass die Tiere dieses Verhalten nicht täglich zeigten. Staubbaden wird in der Regel durchschnittlich alle zwei Tage (VAN LIERE, 1991; VAN NIEKERK und REUVEKAMP, 2000) und in größeren Gruppen zeitgleich durchgeführt (ABRAHAMSSON et al., 1996; OLSSON, 2001; SEWERIN, 2002). Des Weiteren wird in der Literatur beschrieben, dass Hühner Sand als Staubbadesubstrat bevorzugen (VAN LIERE et al., 1990; SANOTRA et al., 1995). Da die Tiere in der vorliegenden Studie nur

Zugang zu Langstroh als Staubbadematerial hatten, ist dies möglicherweise eine Ursache für die geringen Werte der Staubbadeaktivität. Tiere der UG 2 und UG 3 zeigten signifikant weniger Staubbaden als Tiere der UG 1. Auch BUBIER (1996) konnte weniger Staubbadeverhalten bei Tieren beobachten, die in einer mit Beschäftigungsmaterialien angereicherten Umgebung gehalten wurden.

Die Junghennen verbrachten durchschnittlich 11,7 % der Hellphase mit der Futteraufnahme. KRUIJT (1964) stellte ebenfalls einen Anteil der Futteraufnahme an der Hellphase von bis zu 11 % fest. CHANNING et al. (2001) fanden heraus, dass die Hühner 21,8 % des Tages mit der Futteraufnahme verbringen. Dabei wurden die Tiere aber ad-libitum gefüttert. In der vorliegenden Studie belief sich die Futteraufnahme auf acht bis neun Futterkettenumläufe. Tiere der UG 2 zeigten signifikant mehr Futteraufnahme als Tiere der UG 1 und UG 3. Eine mögliche Ursache für dieses Ergebnis könnte sein, dass die Junghennen aufgrund der geringeren Besatzdichte (18,1 Tiere/m<sup>2</sup>) mehr Platz an der Futterkette zur Verfügung hatten (siehe Table 1 in der Veröffentlichung Kapitel IV) und sie dadurch ungestörter fressen konnten. Durch das zur Verfügung stellen von ausreichend Platz an der Futterkette und das Verhindern von Konkurrenzkämpfen um Futterressourcen kann außerdem das Risiko für einen Ausbruch von Federpicken verringert werden (SAVORY, 1995). Für den durchschnittlichen Anteil der Wasseraufnahme am Tagesbudget von 4,0 % konnten ähnliche Ergebnisse in der Literatur gefunden werden. CHANNING et al. (2001) stellten fest, dass Hühner 3,1 % der Hellphase mit der Wasseraufnahme verbringen. Es konnten keine signifikante Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen gefunden werden.

### **1.2. Entwicklung eines Tagesrhythmus in Abhängigkeit von der Hellphase**

Ein circadianer Rhythmus, welcher laut SAVORY (1980) für bestimmte Verhaltensweisen angeboren ist, konnte für einige Verhaltensweisen bestätigt werden.

Kurz nach dem Lichtbeginn (ca. 7 Uhr) konnte signifikant mehr Futter- und Wasseraufnahme beobachtet werden. Auch ODÉN et al. (2002) fanden heraus, dass die Futter- und Wasseraufnahme von Hühnern hauptsächlich nach der Morgendämmerung ausgeübt wird. SAVORY (1980) stellte fest, dass die Tiere

sowohl morgens als auch abends vermehrt Futter aufnehmen. Da die Junghennen gegen Ende der Hellphase signifikant weniger Futteraufnahme zeigten, konnte diese Behauptung nicht vollständig bestätigt werden.

Für das Ausüben des Futtersuchverhaltens wurde in der Literatur eine Steigerung im Verlaufe des Lichttages, mit einer Spitze am Abend, beschrieben (SAVORY et al., 1978; CHANNING et al., 2001; ODÉN et al., 2002). Diese eindeutige Zunahme im Tagesverlauf konnte nicht bestätigt werden. Die Junghennen zeigten vielmehr einen intermittierenden Rhythmus mit einigen signifikanten Peaks (1h, 3h, 7h, 9h nach Lichtbeginn) in der Hellphase.

Gefiederpflege und Gefiederpflege neben dem Beschäftigungsmaterial konnten fünf Stunden nach Lichtbeginn signifikant häufiger beobachtet werden. Auch ODÉN et al. (2002) konnten signifikant mehr Gefiederpflege in den Mittagsstunden beobachten.

Staubbadeverhalten kann durch das Einschalten einer künstlichen Lichtquelle induziert werden (FÖLSCH und VESTERGAARD, 1981). Unter künstlichen Lichtverhältnissen zeigten Tiere dieses Verhalten meist während der Mitte der Hellphase (VESTERGAARD, 1982) oder acht Stunden nach Lichtbeginn (VAN NIEKERK und REUVEKAMP, 2000). FRÖHLICH und OESTER (2001) fanden heraus, dass Hennen in Volierenhaltungen in der Mitte des Lichttages ein Maximum an Staubbadeaktivität ausübten. In Übereinstimmung mit der Literatur zeigten die Junghennen fünf bis acht Stunden (Länge der Hellphase in Abhängigkeit der Lebensstage zwischen neun und 15 Stunden) nach Lichtbeginn signifikant mehr Staubbaden.

Für das Ausüben des Ruheverhaltens konnten FÖLSCH et al. (2000) während der Hauptlegezeit (erste fünf bis sechs Stunden nach Lichtbeginn) eine geringere Nutzung der Sitzstangen von Legehennen zum Ruhen feststellen. Übereinstimmend mit diesen Ergebnissen konnte in der ersten Stunde nach Lichtbeginn signifikant weniger Ruhen während der Hellphase beobachtet werden. Im Gegensatz zu der These von CHANNING et al. (2001), wonach am Nachmittag (Lichttag von neun bis 16 Uhr) weniger Ruhen gezeigt wurde, zeigten die Junghennen in den Mittagsstunden (5h, 8h, 9h, 10h, 11h nach Lichtbeginn) signifikant mehr Ruhen. PLATTNER (2015) stellte fest, dass 20 bis 24 % der Hennen einer Herde Sitzstangen auch während der Hellphase nutzten. Eine mögliche Ursache dafür

wäre, dass rangniedere Tiere in diesem Zeitraum der Aktivitätsphase die erhöhten und geringer frequentierten Sitzstangen zum Ruhen nutzten, da diese während der Dunkelphase bevorzugt von ranghöheren Tieren in Anspruch genommen werden (CORDINER und SAVORY, 2001). Rangniedere Tiere haben während der Dunkelphase möglicherweise nicht die Chance auf Sitzstangennutzung und ungestörtes Ruhen und übten dieses Verhalten als mögliche Konsequenz tagsüber verstärkt aus. Auch OESTER (2005) bestätigte, dass Hühner Ruhen vor allem dann zeigten, wenn sie nicht durch Artgenossen gestört wurden.

## **2. Ruheverhalten während der Dunkelphase**

### **2.1. Entwicklung des Ruheverhaltens in Abhängigkeit vom Lebensalter**

Das Ruhen in großen Gruppen von mehr als 10 Tieren konnte in allen drei Untersuchungsgruppen ab LT 50 tendenziell weniger häufig beobachtet werden. Ruhen in Gruppen von 2 bis 10 Tieren zeigte hingegen einen zunehmenden Trend. Das Ruhen in kleineren Gruppen schien somit möglicherweise die bevorzugte Ruheart zu sein. Auch HELMER (2017) konnte eine negative Korrelation von Ruhen in großen Gruppen und dem Lebensalter feststellen. OESTER (2005) beschrieb das Ruhen mit Körperkontakt zu Artgenossen als häufig vorkommende Ruheart. Während der Dunkelphase präferierten Hennen das sitzende Ruhen mit geschlossenen Augen und dem Kopf im Gefieder (OESTER, 2005). Um eine Aussage darüber treffen zu können, ob das zur Verfügung stehende Platzangebot während der gesamten Aufzuchtperiode für das Ausüben des bevorzugten liegenden/sitzenden Ruhens ausreichend war, wurde unterschieden, ob die Tiere im Stehen oder im Liegen/Sitzen ruhten. Im Verlauf der Beobachtungsphase konnte eine tendenzielle Zunahme des stehenden Ruhens dokumentiert werden. Laut BESTMAN et al. (2011) ist ab dem Alter von 16 bis 20 Lebenswochen das Skelett einer Legehenne zu 95 % ausgebildet. Die Sitzstangennutzung von Hühnern während der Dunkelphase beträgt laut Literatur bis zu 90 % (OLSSON und KEELING, 2000; PLATTNER, 2015). Möglicherweise kam es durch das Größenwachstum der Tiere im Verlauf der Aufzuchtperiode zu einem Platzmangel im Bereich der bevorzugten Ruheorte (Sitzstange über Futterkette und Gitterboden Voliere), wodurch die Tiere das Ruheverhalten vermehrt stehend ausüben mussten. OESTER (2005) beschrieb das sitzende Ruhen außerdem als sehr anfällig für Störungen und bezeichnete dies als „Maß für Störungshäufigkeiten“. Eine mögliche

Schlussfolgerung daraus wäre, dass das Maß für solche Störungen im Verlauf der Aufzuchtperiode anstieg, da die Tiere vermehrt stehendes Ruhen zeigten. Außerdem wäre es möglich, dass die Tiere sich in bestimmten Bereichen der Voliere bevorzugt zum Ruhen aufhielten und die Besatzdichten in den unterschiedlichen Volierenebenen somit stark schwankten. Auch OESTER (2005) konstatierte, dass Hühner sich meist nicht gleichmäßig über die zur Verfügung stehenden Ruheorte verteilten, sondern sich in bestimmten Bereichen sammelten.

## **2.2. Ruheverhalten in Abhängigkeit von den Funktionsbereichen**

Fast alle Ruhearten konnten signifikant häufiger auf dem Gitterboden der Voliere und auf den Sitzstangen über der Futterkette, als in den anderen Funktionsbereichen (Sitzstange über Tränkelinie, Anflugbalkon der Voliere, Einstreubereich, Beschäftigungsmaterialien im Einstreubereich) beobachtet werden. Die Tatsache, dass die Tiere während der Dunkelphase vermehrt auf der Sitzstange über der Futterkette beobachtet werden konnten, zeigte, dass die Tiere bereits ihrem arttypischen Bedürfnis des Ruhens auf erhöhten Objekten, dem sogenannten „Aufbaumen“, nachkamen (OLSSON und KEELING, 2000; NEWBERRY et al., 2001; WEEKS und NICOL, 2006). Das Ruhen auf der Sitzstange über der Tränkelinie konnte nur noch für die Verhaltensweise „Ruhen einzelner Tiere“ signifikant häufiger beobachtet werden. Eine mögliche Ursache dafür könnte sein, dass die Höhe der Tränkelinie und somit auch der darüberliegenden Sitzstange der Größe der Tiere angepasst wurde. Dadurch verringerte sich der Abstand nach oben zur nächsten Ebene, sodass die Tiere diese nur noch in einzelnen Fällen zum Ruhen nutzten. Laut OLSSON und KEELING (2000) nutzen Hühner vor allem während der Dunkelphase bevorzugt erhöhte Sitzstangen zum Ausüben des Ruheverhaltens. Sie stellten fest, dass die Tiere sich die Möglichkeit des erhöhten Ruhens regelrecht „erarbeiten“ (OLSSON und KEELING, 2002). Die Tatsache, dass der Gitterbereich der Volierenebene für alle Ruharten signifikant häufiger zum Ruhen genutzt wurde, könnte ein Zeichen dafür sein, dass die Tiere aufgrund von zu wenig Platz auf den Sitzstangen auf diesen Bereich ausweichen mussten. Auch das stehende Ruhen einzelner Tiere und das stehende Ruhen in Gruppen von 2 bis 10 Tieren konnte im Bereich des Gitterbodens in der Voliere und auf den Sitzstangen über der Futterkette signifikant häufiger beobachtet werden. Dies könnte ein Indiz dafür sein, dass sowohl der Platz auf der Sitzstange als auch der Bereich der Volierenebene nicht ausreichte, um das Ruheverhalten im Sitzen auszuüben. Laut

BESTMAN et al. (2011) ist ab dem Alter von 16 bis 20 Lebenswochen das Skelett einer Legehennen zu 95 % ausgebildet. Laut TierSchNutzV (2006) sind bei der Haltung von Legehennen die gesetzlichen Vorgaben von 15 cm Sitzstange pro Tier und Besatzdichten von max. 9 Tieren/m<sup>2</sup> einzuhalten. Im Gegensatz zu diesen Vorgaben hatten die Tiere während der Aufzuchtperiode aber lediglich 12,6 cm (UG 1 und UG 3) bzw 14,3 cm (UG 2) Sitzstange pro Tier zu Verfügung, und die Besatzdichten betrugen 22,9 Tieren/m<sup>2</sup> (UG 1 und UG 3) und 18,1 Tieren/m<sup>2</sup> (UG 2). Auf dem Anflugbalkon konnten ebenfalls einige Ruherarten verstärkt gefunden werden. Möglicherweise nutzten die Tiere diesen Funktionsbereich als, ebenfalls erhöhte, Alternative zu den Sitzstangen. Da dieser Bereich aber aus Gitterboden bestand, und somit der zum Ruhen erforderlichen Zehenschluss (OESTER, 2005) nicht möglich war, ist der Anflugbalkon weniger gut zum Ruhen geeignet als runde und erhöhte Sitzstangen. OESTER (2005) konnte beim Ruhen auf Rosten außerdem verkürzte Ruhezeiten feststellen.

### **3. Nutzung der Volierenebenen in Abhängigkeit vom Lebenstag und Beobachtungszeitpunkt**

Die Wechsel der Volierenebenen wurden beobachtet, da diese als Indikatoren für die Ausnutzung des Volierensystems durch die Junghennen dienen könnten. Insgesamt konnten durchschnittlich mehr Ebenenwechsel nach oben als Ebenenwechsel nach unten beobachtet werden. Dieses Ergebniss stimmt mit den Angaben der Literatur überein, dass Hühner sich vor allem bei Landungen und Wechsel von Ebenen nach unten Probleme haben (SCOTT et al., 1997; MOINARD et al., 2004). Von LT 36 bis LT 64 und von LT 92 bis LT 120 konnte eine Zunahme an Ebenenwechsel festgestellt werden. OESTER (2005) beschreibt das Aufbaumen von Legehennen ab einem Lebensalter von vier bis sechs Wochen. Möglicherweise führte auch das Erkundungsverhalten der Tiere und ein Gewöhnungseffekt an die neue Umgebung dazu, dass die Volierenanlage mit fortschreitendem Alter tendenziell in größerem Umfang genutzt wurde. Laut § 14 der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung müssen sich Legehennen schon während der Aufzucht an das jeweilige Haltungssystem gewöhnen (TierSchNutzV, 2006). Die Zunahme an Ebenenwechsel gegen Ende der Aufzuchtperiode könnte als Indikator gesehen werden, dass die Junghennen das Haltungssystem verstärkt ausnutzten. Gegen Ende der Hellphase konnten bei einigen möglichen Ebenenwechseln signifikant mehr

Ebenenwechsel nach oben gefunden werden als in der Mitte der Hellphase. Dies geht mit der Literatur einher, welche besagt, dass die Tiere bei Dämmerung erhöhte Schlafplätze aufsuchen (OESTER, 2005; OLSSON und KEELING, 2000). Ebenenwechsel nach unten konnten ebenfalls bei einigen möglichen Ebenenwechsel signifikant häufiger zu Beginn der Hellphase gefunden werden als während der Mitte der Hellphase. Womöglich führten die Tiere Wechsel der Ebenen nach unten nach der Dunkelphase verstärkt aus, um in die Ebenen mit Futterkette und Tränkelinie zu gelangen (Ebene 1 und 2). Laut ODÉN et al. (2002) führen Hühner Futter- und Wasseraufnahme verstärkt in den Morgenstunden aus, was ebenfalls für die häufigeren Wechsel der Ebenen zu Beginn der Hellphase sprechen würde. Zwischen Zeitpunkt 1 (Beginn Hellphase = morgens) und Zeitpunkt 3 (Beginn Dunkelphase = abends) konnten nur wenig signifikante Unterschiede beobachtet werden. Laut Literatur benötigt es vor allem zu Beginn der Dunkelphase eine gewisse Zeit, bis alle Tiere einen entsprechenden Platz zum Ruhen gefunden haben (OESTER, 2005). Möglicherweise kam es an beiden Zeitpunkten durch die Suchen nach einem geeigneten Ruheplatz (abends) und das Aufsuchen von Ebenen mit Futterkette und Tränkelinie (morgens) zur Durchführung vieler Ebenenwechsel, wodurch keine eindeutigen Unterschiede festgestellt werden konnten.

#### **4. Schlussfolgerung**

Die deskriptiven Auswertungen zeigten, dass die Junghennen den größten Anteil des Tagesbudgets mit den Verhaltensweisen Stehen, Gefiederpflege und Futteraufnahme verbrachten. Die Junghennen zeigten gegen Ende der Aufzuchtperiode (Lebenstag (LT) 106 und LT 120) signifikant mehr Stehen als an den anderen Beobachtungstagen. Für das Ruhen während der Hellphase ließ sich eine zum Stehen gegenläufige Entwicklung beobachten: Die Tiere ruhten gegen Ende der Legeperiode signifikant weniger als zu Beginn der Beobachtungsphase an LT 36. Ein mögliche Schlussfolgerung anhand dieser Ergebnisse wäre, dass die Tiere im Verlauf der Legeperiode und aufgrund ihres Größenwachstums weniger Platz zur Verfügung hatten, um ungestörtes Ruheverhalten, das bevorzugt auf den Sitzstangen ausgeführt wird, ausüben. Des Weiteren zeigten Tiere der Untersuchungsgruppe (UG) 1 (höhere Besatzdichte ohne Beschäftigungsmaterial) signifikant mehr Stehen und mehr Ruhen als Tiere der UG 2 (geringere Besatzdichte mit Beschäftigungsmaterial) und UG 3 (höhere Besatzdichte mit



Beschäftigungsmaterial). Dieses Ergebnis lässt vermuten, dass das Beschäftigungsmaterial das Aktivitätslevel der Tiere positiv beeinflusste. Zusammenfassend zeigten die Gruppen mit Beschäftigungsmaterial in der deskriptiven Auswertung mehr Nahrungserwerbs- und Erkundungsverhalten (Picken auf Beschäftigungsmaterial (BM), Picken neben dem BM, Futtersuchverhalten, Futtersuchverhalten neben dem BM) als Tiere der Gruppe ohne Beschäftigungsmaterialien. Da diese beiden Gruppen insgesamt auch signifikant weniger Federpicken zeigten, könnte man folglich einen positiven Einfluss von oben genannten Verhaltensweisen auf das Auftreten von Federpicken vermuten.

Ansätze eines circadianen Rhythmus ließen sich bei den Verhaltensweisen Futteraufnahme, Wasseraufnahme, Gefiederpflege, Staubbaden und Ruheverhalten während der Hellphase erkennen. Dies zeigt, dass bereits in der Aufzucht Voraussetzungen (z.B ausreichend Platz auf Sitzstangen, Anbieten eines geeigneten Staubbades) geschaffen werden sollten, damit die Junghennen diese Verhaltensweisen in ausreichendem Maße ausleben können.

Die Junghennen zeigten während der Dunkelphase signifikant häufiger Ruhen auf den Sitzstangen. Dies könnte als Indiz dafür gesehen werden, dass die Tiere ihrem natürlichen Instinkt, dem sogenannten „Aufbaumen“ (Schlafen auf erhöhten Plätzen), nachkamen. Ruhen auf dem Gitterboden der Voliere konnte bei einigen Ruheverhaltensweisen ebenfalls signifikant häufiger beobachtet werden. Möglicherweise war die Sitzstangenlänge von 12,6 cm bzw 14,3 cm pro Tier nicht ausreichend, um allen Tieren zeitgleich erhöhtes Ruhen zu ermöglichen. Als bevorzugte Ruheart ließ sich tendenziell das Ruhen in kleinen Gruppen (2 bis 10 Tiere) erkennen. Gegen Ende der Aufzuchtperiode konnte zudem ein Anstieg des stehenden Ruhens verzeichnet werden. Da Tiere in sitzendem Zustand eine größere Fläche beanspruchen als bei stehendem Ruhen, lässt sich vermuten, dass das Platzangebot gegen Ende der Aufzuchtperiode nicht mehr ausreichend war, um verstärkt liegendes Ruhen, das von Hühnern in der Regel bevorzugt wird, auszuüben. Bezüglich der ausreichenden Besatzdichte besteht hier noch weiterer Forschungsbedarf.

Viele Möglichkeiten der Ebenenwechsel wurden zu Beginn und gegen Ende der Hellphase häufiger gefunden als während der Mitte der Hellphase. Diese Ergebnisse zeigten, dass die Junghennen durchaus schon in der Aufzucht lernten,

sich in den unterschiedlichen Ebenen des komplexen Voliersystems zu bewegen. Dies kann eventuell von Vorteil sein, um sich in der anschließenden Legeperiode in ähnlichen Systemen zurechtzufinden und geht mit der Anforderung des § 14 der Tierschutz- Nutztierhaltungsverordnung einher, wonach nur Legehennen eingestallt werden sollen, die schon in der Aufzucht an das entsprechende Haltungssystem gewöhnt wurden (TierSchNutzV, 2006).

Eine geringere Besatzdichte und das Vorhandensein von Beschäftigungsmaterialien wirkte sich positiv auf das Auftreten von Federpicken und aggressivem Picken aus. Außerdem konnte festgestellt werden, dass das Picken gegen das Beschäftigungsmaterial die Federpickrate reduzierte. Zwischen der Höhe der Rate des starken Federpickens (SFP) und dem Gefiederzustand ließ sich eine positive Korrelation erkennen. Dies lässt den Schluss zu, dass der Einsatz von manipulierbaren Materialien und eine geringere Besatzdichte das Risiko für das Auftreten von Federpicken reduzieren kann. Bezüglich der exakten Menge und genauen Art der Materialien besteht noch weiterer Forschungsbedarf. Des Weiteren empfiehlt es sich, eine regelmäßige Kontrolle des Gefiederzustandes durchzuführen, da sich durch eine Verschlechterung des Gefieders ein mögliches Problem mit Federpicken erkennen lässt.



## VII. ZUSAMMENFASSUNG

### **Der Einfluss von Besatzdichte und Beschäftigungsmaterial auf das Verhalten von nicht-schnabelkupierten Junghennen von Lebenstag 36 bis 120**

Ziel der Studie war die Untersuchung des Normalverhaltens, des Ruheverhaltens, des Pickverhaltens und die Beobachtung der Entwicklung der Nutzung des Voliersystems von Junghennen in Abhängigkeit von der Besatzdichte und dem Beschäftigungsmaterial.

Dafür wurde das Verhalten von Junghennen der Rasse Lohmann Brown Classic auf einem Praxisbetrieb in Bayern über zwei aufeinander folgende Durchgänge hinweg mit Videokameras aufgezeichnet und die unterschiedlichen Verhaltensweisen an bestimmten Beobachtungstagen (Lebenstage (LT) 36, 50, 64, 78, 92, 106, 120) ausgewertet. Die Auswertungen erfolgten nach den *scan sampling* und *continuous recording Regeln* von MARTIN UND BATESON (2007). Es wurden drei unterschiedliche Konstellationen untersucht: Untersuchungsgruppe (UG) 1 mit hoher Besatzdichte (22,9 Tiere/m<sup>2</sup>) und ohne Beschäftigungsmaterial; UG 2 mit geringer Besatzdichte (18,1 Tiere/m<sup>2</sup>) und mit Beschäftigungsmaterial; und UG 3 mit hoher Besatzdichte (22,9 Tiere/m<sup>2</sup>) und mit Beschäftigungsmaterial. Als Beschäftigungsmaterialien wurden Pickblöcke, Picksteine und Luzerneballen eingesetzt. Insgesamt wurden in jedem Durchgang sechs Abteile mit jeweils fünf Videokameras ausgestattet. Somit war jede Untersuchungsgruppe in jedem Durchgang in je zwei Abteilen vertreten.

Den größten Anteil am Tagesbudget der Hellphase hatten die Verhaltensweisen Stehen, Gefiederpflege und Futteraufnahme. Der Anteil der Verhaltensweise Stehen stieg dabei im Verlauf der Legeperiode an und wurde an LT 106 und LT 120 signifikant häufiger beobachtet als an anderen Lebenstagen. Ruhen wurde zu Beginn der Legeperiode signifikant häufiger und an LT 120 signifikant weniger häufig beobachtet. Die Verhaltensweise Picken auf dem Beschäftigungsmaterial (BM) wurde an LT 50 signifikant häufiger und an LT 78 signifikant weniger häufig erfasst. Für das Futtersuchverhalten verhielten sich die Beobachtungen

entgegengesetzt. Es zeigten sich auch Unterschiede bezüglich des Verhaltens der unterschiedlichen Untersuchungsgruppen: Tiere der UG 1 zeigten signifikant mehr Stehen als Tiere der anderen beiden Gruppen. Tiere der UG 2 und UG 3 ruhten signifikant weniger als Tiere der UG 1. Dies geht mit der Literatur einher, wonach Tiere in einer angereicherten Umgebung ein erhöhtes Aktivitätsniveau zeigten. Tiere der UG 1 zeigten mehr Staubbadeverhalten und Gefiederpflege als Tiere der anderen Untersuchungsgruppen. Gemäß der Literatur ist es möglich, dass dieses Verhalten häufiger bei Tieren beobachtet wird, die in einer reizarmen Umwelt gehalten werden, als bei Tieren, die in einer angereicherten Umgebung leben. Es ließen sich außerdem bereits Ansätze eines circadianen Rhythmus erkennen. Futter- und Wasseraufnahme konnten kurz nach Beginn der Hellphase signifikant häufiger beobachtet werden. Gefiederpflege wurde fünf Stunden nach Lichtbeginn signifikant häufiger verzeichnet und Staubbaden kam fünf bis acht Stunden nach Lichtbeginn signifikant häufiger vor.

Das Ruhverhalten während der Dunkelphase veränderte sich im Laufe der Aufzuchtperiode. Ein abnehmender Trend war dabei für das Ruhen in großen Gruppen zu verzeichnen, wohingegen das Ruhen in kleineren Gruppen von 2 bis 10 Tieren gegen Ende der Aufzuchtperiode zunahm. Als Ruheorte präferierten die Tiere die Sitzstangen über der Futterkette und den Gitterboden der Voliereebene. Es konnte außerdem eine tendenzielle Zunahme des stehenden Ruhens mit steigendem Alter der Tiere dokumentiert werden.

Für die Wechsel der Ebenen konnte zu Beginn (LT 36 bis 64) und gegen Ende (LT 92 bis 120) eine Zunahme beobachtet werden. Zu Beginn und gegen Ende der Hellphase führten die Tiere viele Möglichkeiten der Ebenenwechsel signifikant häufiger aus als während der Mitte der Hellphase. In der deskriptiven Auswertung konnten mehr Wechsel der Ebenen nach oben als nach unten gefunden werden.

Für die Entwicklung des Pickverhaltens in Abhängigkeit vom Lebensalter der Junghennen konnte kein an- oder absteigender Trend festgestellt werden. Tiere der Untersuchungsgruppe ohne Beschäftigungsmaterialien und mit hoher Besatzdichte zeigten aber signifikant mehr Federpicken (GFP und SFP) und aggressives Picken als Tiere der anderen Untersuchungsgruppen. Des Weiteren ließ sich ein Zusammenhang herstellen zwischen dem Bepicken von dem Beschäftigungsmaterial und einer Verringerung der Federpickrate. Zwischen einem Anstieg der Rate für starkes Federpicken und der Verschlechterung des

Gefiederzustandes ließ sich eine positive Korrelation feststellen.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Reduzierung der Besatzdichte und das Vorhandensein von Beschäftigungsmaterial einen Einfluss auf das Normal- und Pickverhalten von Junghennen haben können. Bezüglich der konkreten Anforderungen besteht jedoch noch weiterer Forschungsbedarf. Vor dem Hintergrund, dass Junghennen schon während der Aufzucht bestimmte Verhaltensmuster zeigten, ist eine einheitliche Festlegung von Haltungsanforderungen an die Aufzuchtbedingungen als notwendig zu erachten.



## VIII. SUMMARY

### **The influence of stocking density and enrichment material on the behavior of non-beak-trimmed laying hen chicks at the age from 36 to 120 days of life**

The aim of this study was to investigate the ontogeny of normal behavior, resting behavior, pecking behavior as well as to observe the movement in the aviary system (concerning the change of the different levels) of young laying hen chicks, which were raised with a variation of stocking density and with the absence or presence of enrichment material.

The study took place on a rearing farm in Bavaria. During two successive rearing periods, the behavior of laying hen chicks of the strain “Lohmann Brown Classic” was observed by video cameras. According to the scan sampling and continuous recording rules by MARTIN and BATESON (2007), different behavior patterns were evaluated on day 36, 50, 64, 78, 92, 106 and 120 of life. Three constellations which differed due to stocking density and enrichment material were examined: group 1 had a high stocking density of 22.9 animals/m<sup>2</sup> and no access to enrichment, group 2 had a lower stocking density of 18.1 animals/m<sup>2</sup> and access to enrichment and group 3 had a high stocking density of 22.9 animals/m<sup>2</sup> and access to enrichment. Pecking blocks, pecking stones and lucerne bales were used as enrichment materials. During each of the rearing periods, six compartments (two compartments per group and rearing period) of the stable were observed. Five video cameras were placed in each compartment.

The behavioral patterns: Standing idle, preening and feed intake had the highest percentage of the daily budget of all behavioral patterns during the light phase. During the rearing period the proportion of the behavioral pattern standing idle raised. On day 106 and 120 of life, standing idle was observed significantly more than on the other days of life. Resting during the light phase was observed significantly less on day 120 of life. On day 50, the animals showed significantly more and on day 78 significantly less pecking on the enrichment material while standing on top of it. The development of foraging behavior showed an opposite effect. Regarding the behavior of the groups, certain differences were noticed: group 1 showed significantly more standing idle than group 2 and group 3. Animals



of group 2 and group 3 rested significantly less than animals of group 1. According to the literature, animals, which lived in an enriched environment, also showed a higher level of activity. Furthermore laying hen chicks of group 1 demonstrated significantly more dustbathing and preening than animals of the other groups. In the literature it has been reported, that these behavior patterns were noticed more frequently in animals which were kept in a low-stimulus environment. Approaches of a circadian rhythm could be recognized. Shortly after the light was turned on, feed and water intake was observed significantly more than during the rest of the day. Five hours after the light was turned on, more preening was monitored. Five to eight hours after the light was switched on, significantly more dustbathing was recorded.

During the rearing period, the resting behavior of the laying hen chicks changed. Resting in big groups (more than ten animals) decreased, while resting in smaller groups (two to ten animals) increased throughout the rearing period. The laying hen chicks preferred the perches over the feed chain and the wired floor of the aviary system as resting places during the dark phase. With increasing age of the animals, a trend towards the occurrence of the behavioral pattern resting while standing was observed.

Concerning the change of levels in the aviary system, an increase of total changes was recorded at the beginning (day 36 until 64) and at the end (day 92 until 120) of the observation period. In many options of changing levels, the animals showed more changes throughout the beginning and the end of the day than during the middle of the light phase. More level changes upwards than downwards were registered in the descriptive analysis.

Regarding the age of the chicks, a neither descending nor ascending trend for the development of the pecking behavior could be observed. Animals of group 1, which were reared without enrichment and with a higher stocking density, showed more feather pecking (GFP and SFP) than animals of the other groups. Furthermore, a correlation between the existence of enrichment pecking and a decrease of feather pecking was found. The increase of severe feather pecking caused a deterioration of the plumage condition (positive correlation).

The results of this study show that the reduction of stocking density and the provision of enrichment material can have an influence on the normal behavior and

---

pecking behavior of laying hen chicks. In terms of concrete specifications, more research needs to be done. Taking into consideration that the observed laying hen chicks already showed certain behavioral patterns during the rearing period, the introduction of legal requirements for the keeping of young laying hen chicks may be deemed necessary.



## **IX. LITERATURVERZEICHNIS**

### **1. Literatur der erweiterten Teile**

ABRAHAMSSON, P., TAUSON, R., APPLEBY, M. C. (1996): Behaviour, health and integument of four hybrids of laying hens in modified and conventional cages. *British Poultry Science* 37, 3, 521-540.

APPLEBY, M. C., HUGHES, B. O., ELSON, H. A. (1992): Poultry production systems. Behaviour, management and welfare. Wallingford. CAB international. ISBN 0851987974.

APPLEBY, M. C., SMITH, S. F., HUGHES, B. O. (1993): Nesting, dust bathing and perching by laying hens in cages: effects of design on behaviour and welfare. *British Poultry Science* 34, 5, 835-847.

BAUM, S. (1995): Die Verhaltensstörung Federpicken beim Haushuhn (*Gallus gallus forma domestica*): ihre Ursachen, Genese und Einbindung in den Kontext des Gesamtverhaltens. Göttingen. Cuvillier. ISBN 3895880981.

BESSEL, W. (1973): Futteraufnahmeverhalten des Huhns unter besonderer Berücksichtigung der Korngrößenselektion. Dissertation. Universität Hohenheim. Hohenheim.

BESTMAN, M., RUIS, M., HEIJMANS, J., VAN MIDDELKOOP, K. (2011): Hühnersignale: Praxisleitfaden für eine tiergerechte Hühnerhaltung. Zutphen. Roodbont-Verlag. ISBN 978-9087400651.

BHATTI, B., MORRIS, T. (1978): The effect of ahemeral light and dark cycles on patterns of food intake by the laying hen. *British Poultry Science* 19, 1, 125-128.

BILČÍK, B., KEELING, L. J. (2000): Relationship between feather pecking and ground pecking in laying hens and the effect of group size. *Applied Animal Behaviour Science* 68, 1, 55-66.

BLACK, A. J., HUGHES, B. O. (1974): Patterns of comfort behaviour and activity in domestic fowls: A comparison between cages and pens. *British Veterinary Journal* 130, 1, 23-33.

BLOKHUIS, H. (1983): The relevance of sleep in poultry. *World's Poultry Science Journal* 39, 1, 33-37.

BLOKHUIS, H. J. (1984): Rest in poultry. *Applied Animal Behaviour Science* 12, 3, 289-303.

BMEL. (2015): Eine Frage der Haltung. Neue Wege zu mehr Tierwohl-Vereinbarung zur Verbesserung des Tierwohls, insbesondere zum Verzicht auf das Schnabelkürzen in der Haltung von Legehennen und Mastputen. Abgerufen am 20. 12. 2017, von [http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/VereinbarungVerbesserungTierwohl.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/VereinbarungVerbesserungTierwohl.pdf?__blob=publicationFile)

BUBIER, N. E. (1996): The behavioural priorities of laying hens: the effects of two methods of environment enrichment on time budgets. *Behavioural processes* 37, 2-3, 239-249.

BUNDESRAT. (2016): Entwurf einer Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung. Abgerufen am 20.12.2017, von [https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2016/0401-0500/403-16\(B\).pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2016/0401-0500/403-16(B).pdf?__blob=publicationFile&v=5)

BUNDESRAT. (2017): Stellungnahme der Bundesregierung zu dem Beschluss des Bundesrates zum Entwurf einer Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung. Abgerufen am 20.12.2017, von [https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2016/0401-0500/zu403-16\(B\).pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2016/0401-0500/zu403-16(B).pdf?__blob=publicationFile&v=5)

CHANNING, C. E., HUGHES, B. O., WALKER, A. W. (2001): Spatial distribution and behaviour of laying hens housed in an alternative system. *Applied Animal Behaviour Science* 72, 4, 335-345.

CORDINER, L. S., SAVORY, C. J. (2001): Use of perches and nestboxes by laying hens in relation to social status, based on examination of consistency of ranking orders and frequency of interaction. *Applied Animal Behaviour Science* 71, 4, 305-317.

DAWKINS, M. S. (1989): Time budgets in red junglefowl as a baseline for the assessment of welfare in domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science* 24, 1, 77-80.

DAWSON, J., SIEGEL, P. (1967): Behavior patterns of chickens to ten weeks of age. *Poultry Science* 46, 3, 615-622.

DE HAAS, E. N., NIELSEN, B. L., BUITENHUIS, A. J. B., RODENBURG, T. B. (2010): Selection on feather pecking affects response to novelty and foraging behaviour in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 124, 3, 90-96.

DE JONG, I. C., GUNNINK, H., ROMMERS, J. M., BRACKE, M. B. M. (2013): Effect of substrate during early rearing on floor- and feather pecking behaviour in young and adult laying hens. *Archiv für Geflügelkunde* 77, 15-22.

DIXON, L. M., DUNCAN, I. J. H., MASON, G. (2008): What's in a peck? Using fixed action pattern morphology to identify the motivational basis of abnormal feather-pecking behaviour. *Animal Behaviour* 76, 3, 1035-1042.

ELGER, M. (2017): Verhalten nicht-schnabelkupierter Legehennen in Praxisbetrieben mit besonderer Berücksichtigung des aggressiven Pickens und des starken Federpickens in unterschiedlichen Funktionsbereichen. Dissertation. Ludwig-Maximilians-Universität München.

ENGELMANN, C. (1969): Verhalten des Geflügels. In Porzig, E. (Hrsg.): *Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere*. Berlin. VEB, Deutscher Landwirtschaftsverlag.

ENGELMANN, C. (1984): *Leben und Verhalten unseres Hausgeflügels*. Neumann-Neudamm, Melsungen. ISBN 9783788804305.

FÖLSCH, D. W., HÖRNING, B., TREI, G. (2000): BML Modellvorhaben 1997 – 1999: „Artgemäße und Umweltverträgliche Geflügelhaltung“. Abschlussbericht 1999. KTBL, Witzenhausen. Abgerufen am 29.11.2017 von [http://www.uni-kassel.de/fb11agrar/fileadmin/datas/fb11/Nutztierethologie\\_und\\_Tierhaltung/bml-abschlussbericht-2-97.pdf](http://www.uni-kassel.de/fb11agrar/fileadmin/datas/fb11/Nutztierethologie_und_Tierhaltung/bml-abschlussbericht-2-97.pdf)

FÖLSCH, D. W., VESTERGAARD, K. (1981): Das Verhalten von Hühnern Tierhaltung, 12. Basel. Birkhäuser Verlag, Basel. ISBN 9783034854092.

FRÖHLICH, E. K. F. (1983): Zum Einfluss der Aufzuchtbedingungen auf das Verhalten von Hennen. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung. KTBL-Schrift 291, 56-57.

FRÖHLICH, E. K. F. (1989): Effects of the behavior related to rearing systems: the possible extent of adaptation of chicks to restrictive rearing systems and the consequences of such rearing environments on the resting behaviour and self-maintenance of laying hens. Paper presented at the Proceedings of the Third European Symposium on Poultry Welfare. 11.- 14. Juni 1989.

FRÖHLICH, E. K. F. (2005): Lokomotion des Huhnes. In Martin, G., Sambraus, H.H., Steiger, A. (Hrsg.): Das Wohlergehen von Legehennen in Europa – Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen. Reihe Tierhaltung, Kassel. 28. 98-103. ISBN 3-00-015577-5.

FRÖHLICH, E. K. F., OESTER, H. (1988): Anwendung ethologischer Erkenntnisse bei der Prüfung der Tiergerechtigkeit von Stalleinrichtungen und Haltungssystemen für Legehennen. Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 1988, KTBL- Schrift 336, 279-284.

FRÖHLICH, E. K. F., OESTER, H. (2001): From battery cages to aviaries: 20 years of Swiss experiences. Proceedings of the 6th European Symposium on Poultry Welfare. 01.-04. September 2001, 51-59.

GREGORY, N., WILKINS, L., ELEPERUMA, S., BALLANTYNE, A., OVERFIELD, N. (1990): Broken bones in domestic fowls: Effect of husbandry system and stunning method in end-of-lay hens. *British Poultry Science* 31, 1, 59-69.

GUNNARSSON, S., KEELING, L. J., SVEDBERG, J. (1999): Effect of rearing factors on the prevalence of floor eggs, cloacal cannibalism and feather pecking in commercial flocks of loose housed laying hens. *British Poultry Science* 40, 1, 12-18.

HEIZMANN, V. (1986): Verhalten als natürliches System: Theorie u. Konsequenzen für die Nutztierhaltung. Dissertation. Veterinärmedizinische Universität Vienna, Wien.

HELMER, F. L. (2017): Der Einfluss verschiedener Besatzdichten und Enrichmentmaßnahmen auf die Verhaltensentwicklung von Junghennen während der Haltung im Volierenblock. Dissertation. Ludwig-Maximilians-Universität, München.

HESS, E. H. (1959): Imprinting. *Science* 130, 3368, 133-141.

HOGAN, J. A. (1971): The development of a hunger system in young chicks. *Behaviour* 39, 2, 128-200.

HOGAN, J. A., VAN BOXEL, F. (1993): Causal factors controlling dustbathing in Burmese red junglefowl: some results and a model. *Animal Behaviour* 46, 4, 627-635.

HUBER-EICHER, B., WECHSLER, B. (1997): Feather pecking in domestic chicks: its relation to dustbathing and foraging. *Animal Behaviour* 54, 4, 757-768.

HUBER-EICHER, B., WECHSLER, B. (1998): The effect of quality and availability of foraging materials on feather pecking in laying hen chicks. *Animal Behaviour* 55, 4, 861-873.



JANCZAK, A. M., RIBER, A. B. (2015): Review of rearing-related factors affecting the welfare of laying hens. *Poultry Science* 94, 7, 1454-1469.

JENSEN, P., KEELING, L., SCHÜTZ, K., ANDERSSON, L., MORMEDE, P., BRÄNDSTRÖM, H., FORKMAN, B., KERJE, S., FREDRIKSSON, R., OHLSSON, C., LARSSON, S., MALLMIN, H., KINDMARK, A. (2005): Feather pecking in chickens is genetically related to behavioural and developmental traits. *Physiology & Behavior* 86, 1, 52-60.

JOHNSEN, P. F., VESTERGAARD, K. S., NØRGAARD-NIELSEN, G. (1998): Influence of early rearing conditions on the development of feather pecking and cannibalism in domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science*. 60, 1, 25-41.

JOHNSON, R.A. (1963): Habitat preferences and behaviour of breeding Junglefowl in Central Western Thailand. *Wilson Bulletin*. 75, 270-272.

KEELING, L., ANDERSSON, L., SCHÜTZ, K., KERJE, S., FREDRIKSSON, R., CARLBORG, Ö., CORNWALLIS, C. K., PIZZARI, T., JENSEN, P. (2004): Chicken genomics: feather-pecking and victim pigmentation. *Nature* 431, 7009, 645-646.

KEPPLER, C., WEIGAND, V., STAACK, M., KNIERIM, U., ACHILLES, W. (2006): Junghennen-Arbeitszeitvergleich praxisüblicher Haltungsverfahren. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt, KTBL-Heft 59. ISBN 9783939371090.

KJAER, J. B. (2000): Diurnal rhythm of feather pecking behaviour and condition of integument in four strains of loose housed laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 65, 4, 331-347.

KRUIJT, J. P. (1964): Ontogeny of social behaviour in Burmese red junglefowl (*Gallus gallus spadiceus*). *Behaviour. Supplement* 12, 1-201.

LAVES. (2013). Empfehlungen zur Verhinderung von Federpicken und Kannibalismus zum Verzicht auf Schnabelkürzen bei Jung- und Legehennen. Hannover. Niedersächsisches Ministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Verbraucherschutz.

LINDBERG, A. C. (1999): Effects of vacuum and real dustbathing bouts on dustbathing motivation in domestic hens. Paper presented at the 33rd International Congress of the International Society for Animal Ethology (Boe KE, M Bakken, BBO Bakken, eds). Agricultural University of Norway. Ås.

LOHMANN TIERZUCHT GMBH. (2005): Managementempfehlungen zur Junghennenaufzucht. Merbitzer Geflügeltagung 2005, Celle.

MALLEAU, A. E., DUNCAN, I. J., WIDOWSKI, T. M., ATKINSON, J. L. (2007): The importance of rest in young domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science* 106, 1, 52-69.

MARTIN, C. D., MULLENS, B. A. (2012): Housing and dustbathing effects on northern fowl mites (*Ornithonyssus sylviarum*) and chicken body lice (*Menacanthus stramineus*) on hens. *Medical and veterinary entomology* 26, 3, 323-333.

MARTIN, G. (1986): Die Pickaktivität von Hühnern als Kriterium für tiergerechte Fütterungs- und Haltungsbedingungen. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1985, Darmstadt, KTBL-Schrift 311, 116-133.

MARTIN, G. (2005): Das Nahrungserwerbsverhalten beim Haushuhn und die davon abgeleiteten Verhaltensstörungen Federpicken und Kannibalismus. In Martin, G., Sambras, H.H., Steiger, A. (Hrsg.): Das Wohlergehen von Legehennen in Europa – Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen. Reihe Tierhaltung, Kassel. 28. 34-61. ISBN 3-00-015577-5.

MARTIN, P., BATESON, P. (2007): *Measuring Behaviour: an introductory guide*. Cambridge. Cambridge University Press. ISBN 9780521828680.

MASCETTI, G. G., BOBBO, D., RUGGER, M., VALLORTIGARA, G. (2004): Monocular sleep in male domestic chicks. *Behavioural brain research* 153, 2, 447-452.

MCADIE, T. M., KEELING, L. J. (2002): The social transmission of feather pecking in laying hens: effects of environment and age. *Applied Animal Behaviour Science* 75, 2, 147-159.

MCLEAN, K. A., BAXTER, M. R., MICHIE, W. (1986): A comparison of the welfare of laying hens in battery cages and in a perchery. *Research and Developement in Agriculture* 3, 93-98.

MOINARD, C., STATHAM, P., HASKELL, M., MCCORQUODALE, C., JONES, R., GREEN, P. (2004): Accuracy of laying hens in jumping upwards and downwards between perches in different light environments. *Applied Animal Behaviour Science* 85, 1, 77-92.

MELLER (2012): Fit für die Zukunft. Aufzuchtvoliere. Meller Anlagenbau GmbH, Melle. 05/2012.

NEWBERRY, R. C., ESTEVEZ, I., KEELING, L. J. (2001): Group size and perching behaviour in young domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science*, 73, 2, 117-129.

NICOL, C. J. (1995): The social transmission of information and behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 44, 2-4, 79-98.

NICOLAI, J. (1962): Über Regen-, Sonnen- und Staubbaden bei Tauben (Columbidae). *Journal für Ornithologie* 103, 2-3, 125-139.

NIEBUHR, K., ZALUDIK, K., GRUBER, B., THENMAIER, I., LUGMAIR, A., BAUMUNG, R., TROXLER, J. (2006): Untersuchungen zum Auftreten von Kannibalismus und Federpicken in alternativen Legehennenhaltungen in Österreich-Empfehlungen für die Praxis. Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. 1-21.

NØRGAARD-NIELSEN, G. (1997): Dustbathing and feather pecking in domestic chickens reared with and without access to sand. *Applied Animal Behaviour Science* 52, 1, 99-108.

ODÉN, K., KEELING, L., ALGERS, B. (2002): Behaviour of laying hens in two types of aviary systems on 25 commercial farms in Sweden. *British poultry science* 43, 2, 169-181.

OESTER, H. (2005): Ruheverhalten des Huhnes. In Martin, G., Sambraus, H.H., Steiger, A. (Hrsg.): *Das Wohlergehen von Legehennen in Europa–Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen*. Reihe Tierhaltung, Kassel. 28. 104-109. ISBN 3-00-015577-5.

OESTER, H., FRÖHLICH, E., HIRT, H. (1997): Wirtschaftsgeflügel. In Sambraus, H.H. und Steiger, A. (Hrsg.): *Das Buch vom Tierschutz*. Stuttgart. Ferdinand Enke Verlag ISBN 9783432294315.

OLSSON, I. (2001): Motivation in laying hens. Studies of perching and dust bathing behaviour. Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

OLSSON, I. A. S., KEELING, L. J. (2000): Night-time roosting in laying hens and the effect of thwarting access to perches. *Applied Animal Behaviour Science* 68, 3, 243-256.

OLSSON, I.A.S., KEELING, L.J. (2002): The push-door for measuring motivation in hens: laying hens are motivated to perch at night. *Animal Welfare*, 11: 11-19.

OSHIMA, S., SHIMADA, K., TONOUE, T. (1974): Radio telemetric observations of the diurnal changes in respiration rate, heart rate and intestinal motility of domestic fowl. *Poultry science* 53, 2, 503-507.

PLATTNER, C. (2015): Verhalten nicht-schnabelgekürzter Legehennen in Boden- und Freihaltung mit Fokus auf das Pickverhalten. Dissertation. Ludwig-Maximilians-Universität, München.

R CORE TEAM. (2015). R: A Language and Environment for Statistical Computing. from <https://www.r-project.org/>

RICHTLINIE 1999/74/EG (1999). RICHTLINIE 1999/74/EG des Rates vom 19. Juli 1999 zur Festlegung von Mindestanforderungen für den Schutz von Legehennen (ABl. L 203, 3.8.1999).

RODENBURG, T. B., BUITENHUIS, A. J., ASK, B., UITDEHAAG, K. A., KOENE, P., VAN DER POEL, J. J., VAN ARENDONK, J. A. M., BOVENHUIS, H. (2004): Genetic and phenotypic correlations between feather pecking and open-field response in laying hens at two different ages. *Behavior genetics* 34, 4, 407-415.

RODENBURG, T. B., VAN KRIMPEN, M. M., DE JONG, I. C., DE HAAS, E. N., KOPS, M. S., RIEDSTRA, B. J., NORDQUIST, R. E., WAGENAAR, J. P., BESTMAN, M., NICOL, C. J. (2013): The prevention and control of feather pecking in laying hens: Identifying the underlying principles. *World's Poultry Science Journal*. 69, 361-373.

RUE, H., MARTINO, S., CHOPIN, N. (2009): Approximate Bayesian Inference for Latent Gaussian Models by Using Integrated Nested Laplace Approximations. *Journal of the royal statistical society: Series b (statistical methodology)*. 71, 319–392.

SANOTRA, G. S., VESTERGAARD, K. S., AGGER, J. F., LAWSON, L. G. (1995): The relative preferences for feathers, straw, wood-shavings and sand for dustbathing, pecking and scratching in domestic chicks. *Applied Animal Behaviour Science* 43, 4, 263-277.

SAVORY, C. J. (1995): Feather pecking and cannibalism. *World's Poultry Science Journal* 51, 215-219.

SAVORY, C. (1980): Diurnal feeding patterns in domestic fowls: a review. *Applied Animal Ethology* 6, 1, 71-82.

SAVORY, C., WOOD-GUSH, D., DUNCAN, I. (1978): Feeding behaviour in a population of domestic fowls in the wild. *Applied animal ethology* 4, 1, 13-27.

SCOTT, G., LAMBE, N., HITCHCOCK, D. (1997): Ability of laying hens to negotiate horizontal perches at different heights, separated by different angles. *British poultry science* 38, 1, 48-54.

SEWERIN, K. (2002): Beurteilung der Tiergerechtheit des angereicherten Käfigtyps "Aviplus" unter besonderer Berücksichtigung ethologischer und gesundheitlicher Aspekte bei Lohmann Silver Legehennen. Dissertation. Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover.

SHEPHERDSON, D., BEMMENT, N., CARMAN, M., REYNOLDS, S. (1989): Auditory enrichment for Lar gibbons *Hylobates lar* at London Zoo. *International Zoo Yearbook* 28, 1, 256-260.

SPINDLER, B., SCHULZE-HILLERT, M., HARTUNG, J. (2013): Praxisbegleitende Untersuchungen zum Verzicht auf Schnabelkürzen bei Legehennen in Praxisbetrieben. Abschlussbericht. Abgerufen am 15.02.2018 von [https://www.ml.niedersachsen.de/themen/tiergesundheit\\_tierschutz/tierschutz/tierschutzplan\\_niedersachsen/legehennen/legehennen-110604.html](https://www.ml.niedersachsen.de/themen/tiergesundheit_tierschutz/tierschutz/tierschutzplan_niedersachsen/legehennen/legehennen-110604.html)

SPINDLER, B., GIERBERG, M. F., ANDERSSON, R., KEMPER, N. (2016): Legehennenhaltung mit intaktem Schnabel- Übersichtsbericht zum aktuellen Stand aus praktisch-wissenschaftlicher Sicht. Züchtungskunde, 88, 475-493.

STAACK, M., GRUBER, B., KEPPLER, C., ZADULIK, K., NIEBUHR, K., KNIERIM, U. (2006): Verhaltensprobleme in alternativen Legehennenhaltungen. Landbauforschung Völkenrode, 302, 33-44.

TierSchG. (2006): Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), das zuletzt durch Artikel 141 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S.626) geändert worden ist. Abgerufen am 11.02.2018 von <http://www.gesetze-im-internet.de/tierschg/BJNR012770972.html>

TierSchNutzV(2006): Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung, Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die zuletzt durch Artikel 3 Absatz 2 des Gesetzes vom 30. Juni 2017 (BGBl. I S. 2147) geändert worden ist. Abgerufen am 11.02.2018 von <http://www.gesetze-im-internet.de/tierschnutztv/BJNR275800001.html>

VAN LIERE, D. W. (1991): Function and organization of dustbathing in laying hens. PhD- Thesis. Agricultural University, Wageningen.

VAN LIERE, D. W., BOKMA, S. (1987): Short-term feather maintenance as a function of dust-bathing in laying hens. Applied Animal Behaviour Science 18, 2, 197-204.

VAN LIERE, D. W., KOOIJMAN, J., WIEPKEMA, P. R. (1990): Dustbathing behaviour of laying hens as related to quality of dustbathing material. Applied Animal Behaviour Science 26, 1, 127-141.

VAN NIEKERK, G. C. M., REUVEKAMP, B. F. J. (2000): Hens make good use of litter in enriched cages. World Poultry.16, 34-37.

VAN ROOIJEN, J. (2005): Dust bathing and other comfort behaviours of domestic hens. In Martin, G., Sambras, H.H., Steiger, A. (Hrsg.): Das Wohlergehen von Legehennen in Europa – Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen. Reihe Tierhaltung, Kassel. 28. 110-123. ISBN 3-00-015577-5.

VESTERGAARD, K. (1982): Dust-bathing in the domestic fowl—diurnal rhythm and dust deprivation. *Applied Animal Ethology* 8, 5, 487-495.

VESTERGAARD, K., HOGAN, J. A., KRUYT, J. P. (1990): The development of a behavior system: Dustbathing in the Burmese Red Junglefowl I. The influence of the rearing environment on the organization of dustbathing. *Behaviour* 112, 1, 99-116.

VESTERGAARD, K. S., LISBORG, L. (1993): A model of feather pecking development which relates to dustbathing in the fowl. *Behaviour* 126, 3, 291-308.

WEEKS, C. A., NICOL, C. J. (2006): Behavioural needs, priorities and preferences of laying hens. *Worlds Poultry Science Journal*. 62, 2, 296-307.

WICKHAM, H. (2009): *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. New York, . Springer.

WIERS, W. J. W., REUVEKAMP, B. F. J., VAN NIEKERK, T. G. C. M. (1999): Stofbadkwaliteit van witte hennen in grote groepskooien met kunstgras-mat en toegevoegd strooisel. *Praktijkonderzoek voor de Pluimveehouderij* 10, 4, 3-6.

WOOD-GUSH, D. G. M. (1971): *The behaviour of the domestic fowl*. Heinemann Educational Books Ltd, London.

YNGVESSON, J. (2002): *Cannibalism in Laying Hens*. Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Skara.

ZELTNER, E., KLEIN, T., HUBER-EICHER, B. (2000): Is there social transmission of feather pecking in groups of laying hen chicks? *Animal Behaviour* 60, 2, 211-216.



## 2. Literatur der Veröffentlichung

BESTMAN, M., KOENE, P., WAGENAAR, J.-P., 2009. Influence of farm factors on the occurrence of feather pecking in organic reared hens and their predictability for feather pecking in the laying period. *Applied Animal Behaviour Science*. 121, 120–125.

BLOKHUIS, H.J., 1986. Feather-pecking in poultry: its relation with ground-pecking. *Applied Animal Behaviour Science*. 16, 63–67.

BLOKHUIS, H.J., ARKES, J.G., 1984. Some observations on the development of feather-pecking in poultry. *Applied Animal Behaviour Science*. 12, 145–157.

BLOKHUIS, H.J., VAN DER HAAR, J.W., 1989. Effects of floor type during rearing and of beak trimming on ground pecking and feather pecking in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*. 22, 359–369.

BLOKHUIS, H.J., VAN DER HAAR, J.W., 1992. Effects of pecking incentives during rearing on feather pecking of laying hens. *British Poultry Science*. 33, 17–24.

BLOKHUIS, H.J., VAN NIEKERK, T.F., BESSEI, W., ELSON, A., GUÉMÉNÉ, D., KJAER, J.B., LEVRINO, G.A.M., NICOL, C.J., TAUSON, R., WEEKS, C.A., 2007. The LayWel project: welfare implications of changes in production systems for laying hens. *Worlds Poultry Science. Journal*. 63, 101–114.

CORDINER, L.S., SAVORY, C.J., 2001. Use of perches and nestboxes by laying hens in relation to social status, based on examination of consistency of ranking orders and frequency of interaction. *Applied Animal Behaviour Science*. 71, 305–317.

DIXON, L.M., DUNCAN, I.J.H., MASON, G., 2008. What's in a peck? Using fixed action pattern morphology to identify the motivational basis of abnormal feather-pecking behaviour. *Animal Behaviour*. 76, 1035–1042.

DIXON, L.M., DUNCAN, I.J.H., MASON, G.J., 2010. The effects of four types of enrichment on feather-pecking behaviour in laying hens housed in barren environments. *Animal Welfare* 19, 429–435.

DRAKE, K.A., DONNELLY, C.A., STAMP DAWKINS, M., 2010. Influence of rearing and lay risk factors on propensity for feather damage in laying hens. *British Poultry Science*. 51, 725–733.

EL-LETHEY, H., AERNI, V., JUNGI, T.W., WECHSLER, B., 2000. Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions. *British Poultry Science*. 41, 22–28.

GENTLE, M.J., HUNTER, L.N., 1991. Physiological and behavioural responses associated with feather removal in *Gallus gallus* var domesticus. *Research in veterinary Science*. 50, 95–101.

GERMAN ORDER ON THE PROTECTION OF ANIMALS AND THE KEEPING OF PRODUCTION ANIMALS, 2006. Amended and promulgated on August 22nd, 2006, last changed on June 30th, 2017. Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung; Tierschutz–Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutztV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die durch Artikel 3 Absatz 2 des Gesetzes vom 30. Juni 2017 (BGBl. I S. 2147) geändert worden ist. Available at: [http://www.gesetze-im-internet.de/tierschnutztv/\\_14.html](http://www.gesetze-im-internet.de/tierschnutztv/_14.html)

GILANI, A.-M., KNOWLES, T.G., NICOL, C.J., 2013. The effect of rearing environment on feather pecking in young and adult laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*. 148, 54–63.

GUNNARSSON, S., KEELING, L.J., SVEDBERG, J., 1999. Effect of rearing factors on the prevalence of floor eggs, cloacal cannibalism and feather pecking in commercial flocks of loose housed laying hens. *British Poultry Science*. 40, 12–18.

GUNNARSSON, S., 2000. Laying Hens in Loose Housing Systems- Clinical, Ethological and Epidemiological Aspects. PhD Thesis. Swedish University of Agricultural Science, Uppsala. Sweden.

HANSEN, I., BRAASTAD, B.O., 1994. Effect of rearing density on pecking behaviour and plumage condition of laying hens in two types of aviary. *Applied Animal Behaviour Science*. 40, 263–272.

HELMER, F. L., 2017. Der Einfluss verschiedener Besatzdichten und Enrichmentmaßnahmen auf die Verhaltensentwicklung von Junghennen während der Haltung im Volierenblock. Dissertation. Ludwig-Maximilians-University, Munich, Germany.

HUBER-EICHER, B., AUDIGÉ, L., 1999. Analysis of risk factors for the occurrence of feather pecking in laying hen growers. *British Poultry Science* 40, 599–604.

HUBER-EICHER, B., SEBÖ, F., 2001. Reducing feather pecking when raising laying hen chicks in aviary systems. *Applied Animal Behaviour Science*. 73, 59–68.

HUBER-EICHER, B., WECHSLER, B., 1997. Feather pecking in domestic chicks: its relation to dustbathing and foraging. *Animal Behaviour*. 54, 757–768.

HUBER-EICHER, B., WECHSLER, B., 1998. The effect of quality and availability of foraging materials on feather pecking in laying hen chicks. *Animal Behaviour*. 55, 861–873.

HUGHES, B.O., DUNCAN, I.J.H., 1972. The influence of strain and environmental factors upon feather pecking and cannibalism in fowls. *British Poultry Science*. 13, 525–547.

JANCZAK, A. M., RIBER, A. B., 2015. Review of rearing-related factors affecting the welfare of laying hens. *Poultry Science* 94, 7, 1454-1469.

JOHNSEN, P.F., VESTERGAARD, K.S., NØRGAARD-NIELSEN, G., 1998. Influence of early rearing conditions on the development of feather pecking and cannibalism in domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science*. 60, 25–41.

KEELING, L.J., 1994. Feather pecking- who in the group does it, how often and under what circumstances. *Proceedings of the 9th European Poultry Conference*, pp. 288–289.

KEELING, L.J., DUNCAN, I.J.H., 1991. Social spacing in domestic fowl under seminatural conditions: the effect of behavioural activity and activity transitions. *Applied Animal Behaviour Science*. 32, 205–217.

KJAER, J.B., SØRENSEN, P., 2002. Feather pecking and cannibalism in free-range laying hens as affected by genotype, dietary level of methionine + cystine, light intensity during rearing and age at first access to the range area. *Applied Animal Behaviour Science*. 76, 21–39.

LAMBTON, S.L., KNOWLES, T.G., YORKE, C., NICOL, C.J., 2010. The risk factors affecting the development of gentle and severe feather pecking in loose housed laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*. 123, 32–42.

LAVES, 2013. Empfehlungen zur Verhinderung von Federpicken und Kannibalismus zum Verzicht auf Schnabelkürzen bei Jung- und Legehennen. Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES), Lower Saxony, Germany.

LEESON, S., MORISSON, W.D., 1978. Effect of feather cover on feed efficiency in laying birds. *Poultry science*. 57, 1094-1096.

LOHMANN TIERZUCHT GMBH, 2005. Managementempfehlungen zur Junghennenaufzucht. Merbitzer Geflügeltagung 2005, Celle, Lower Saxony, Germany.

MARTIN, G., 1986. Die Pickaktivität von Hühnern als Kriterium für tiergerechte Fütterungs- und Haltungsbedingungen. KTBL-Schrift 311, 116–133.

MARTIN, P., BATESON, P., 2007. Measuring Behaviour. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

MCADIE, T.M., KEELING, L.J., BLOKHUIS, H.J., JONES, R.B., 2005. Reduction in feather pecking and improvement of feather condition with the presentation of a string device to chickens. Applied Animal Behaviour Science. 93, 67–80.

NEWBERRY, R.C., ESTEVEZ, I., KEELING, L.J., 2001. Group size and perching behaviour in young domestic fowl. Applied Animal Behaviour Science. 73, 117–129.

NICOL, C.J., GREGORY, N.G., KNOWLES, T.G., PARKMAN, I.D., WILKINS, L.J., 1999. Differential effects of increased stocking density, mediated by increased flock size, on feather pecking and aggression in laying hens. Applied Animal Behaviour Science. 65, 137–152.

NØRGAARD-NIELSEN, G., VESTERGAARD, K., SIMONSEN, H.B., 1993. Effects of rearing experience and stimulus enrichment on feather damage in laying hens. Applied Animal Behaviour Science. 38, 345–352.

R CORE TEAM, 2015. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RODENBURG, T.B., VAN KRIMPEN, M.M., DE JONG, I.C., DE HAAS, E.N., KOPS, M.S., RIEDSTRA, B.J., NORDQUIST, R.E., WAGENAAR, J.P., BESTMAN, M., NICOL, C.J., 2013. The prevention and control of feather pecking in laying hens: identifying the underlying principles. Worlds Poultry Science Journal. 69, 361–373.

RUE, H., MARTINO, S., CHOPIN, N., 2009. Approximate Bayesian inference for latent Gaussian models by using integrated nested Laplace approximations. *Journal of the royal statistical society: Series b (statistical methodology)*. 71, 319–392.

SAVORY, C.J., 1995. Feather pecking and cannibalism. *Worlds Poultry Science Journal*. 51, 215–219.

TAUSON, R., KJAER, J., MARIA, G., CEPERO, R., HOLM, K., 2005. Applied scoring integument and health in laying hens. *Animal Science Papers and Reports*. 23, 153-159.

TULLET, S.G., MACLEOD, M.G., JEWITT, T.R., 1980. The effects of partial defeathering on energy metabolism in the laying fowl. *British Poultry Science*. 21, 241-245.

VAN KRIMPEN, M.M., KWAKKEL, R.P., REUVEKAMP, B.F.J., VAN DER PEET-SCHWERING, C.M.C., DEN HARTOG, L.A., VERSTEGEN, M.W.A., 2005. Impact of feeding management on feather pecking in laying hens. *Worlds Poultry Science Journal*. 61, 663–686.

WECHSLER, B., HUBER-EICHER, B., 1998. The effect of foraging material and perch height on feather pecking and feather damage in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 58, 131–141.

WEEKS, C.A., NICOL, C.J., 2006. Behavioural needs, priorities and preferences of laying hens. *Worlds Poultry Science Journal*. 62, 296–307.



## X. ANHANG

## 1. Zusätzliche Tabellen

Tabelle 3: Prozentualer Anteil aller Verhaltensweisen am Tagesbudget der Hellphase.

Für alle DG und Funktionsbereiche zusammengefasst. BM = Beschäftigungsmaterial, DG = Durchgänge, UG = Untersuchungsgruppe, n.a = keine Angaben.

[illegible]



Tabelle 4: Mittelwerte und Standardabweichungen ausgewählter Verhaltensweisen in Abhängigkeit vom Lebensstag.

Für alle UG, DG, Funktionsbereiche und Stunden nach Lichtbeginn zusammengefasst. BM = Beschäftigungsmaterial, UG = Untersuchungsgruppe, DG = Durchgänge, MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung. Prozentualer Anteil der Tiere pro m<sup>2</sup> des ausgewerteten Sichtfeldes.

Verhaltensweisen	LT 36		LT 50		LT 64		LT 78		LT 92		LT 106		LT 120	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
<b>Stehen</b>	0,111	0,194	0,122	0,190	0,111	0,151	0,160	0,178	0,114	0,163	0,173	0,194	0,199	0,227
<b>Ruhen</b>	0,036	0,077	0,039	0,072	0,031	0,064	0,035	0,076	0,024	0,071	0,022	0,061	0,009	0,039
<b>Futteraufnahme</b>	0,042	0,120	0,039	0,102	0,050	0,124	0,038	0,100	0,037	0,102	0,049	0,121	0,045	0,114
<b>Staubbaden</b>	0,003	0,027	0,001	0,008	0,001	0,007	0,003	0,016	0,001	0,009	0,002	0,008	0,001	0,008
<b>Gefiederpflege</b>	0,035	0,084	0,037	0,080	0,055	0,096	0,065	0,112	0,047	0,095	0,054	0,098	0,049	0,110
<b>Futtersuchverhalten</b>	0,027	0,072	0,024	0,058	0,033	0,067	0,045	0,083	0,035	0,078	0,042	0,081	0,040	0,078
<b>Picken auf BM</b>	0,005	0,029	0,005	0,027	0,004	0,022	0,002	0,014	0,005	0,020	0,004	0,019	0,002	0,012
<b>Picken neben BM</b>	0,043	0,106	0,099	0,148	0,192	0,175	0,161	0,180	0,190	0,160	0,286	0,171	0,243	0,198

Tabelle 5: Mittelwerte und Standardabweichungen ausgewählter Verhaltensweisen in Abhängigkeit von der Untersuchungsgruppe.

Für alle LT, DG, Funktionsbereiche und Stunden nach Lichtbeginn zusammengefasst. BM = Beschäftigungsmaterial, LT = Lebenstage, DG = Durchgänge, MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung. Prozentualer Anteil der Tiere pro m<sup>2</sup> des ausgewerteten Sichtfeldes.

Verhaltensweisen	UG 1		UG 2		UG 3	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD
<b>Stehen</b>	0,197	0,220	0,106	0,174	0,110	0,160
<b>Ruhen</b>	0,039	0,078	0,026	0,066	0,027	0,065
<b>Futteraufnahme</b>	0,050	0,121	0,046	0,122	0,033	0,093
<b>Staubbaden</b>	0,003	0,021	0,001	0,011	0,002	0,013
<b>Gefiederpflege</b>	0,067	0,120	0,035	0,081	0,040	0,077

Tabelle 6: Mittelwerte und Standardabweichungen ausgewählter Verhaltensweisen in Abhängigkeit von der Stunde nach Lichtbeginn.

Für alle UG, DG, Funktionsbereiche und LT zusammengefasst. BM = Beschäftigungsmaterial, UG = Untersuchungsgruppe, LT = Lebensstage, DG = Durchgänge, MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung. Prozentualer Anteil der Tiere pro m<sup>2</sup> des ausgewerteten Sichtfeldes.

Verhaltensweisen	Stunde 1		Stunde 3		Stunde 4		Stunde 5		Stunde 6		Stunde 7	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
<b>Stehen</b>	0,14	0,17	0,14	0,19	0,12	0,20	0,12	0,17	0,17	0,21	0,13	0,19
<b>Ruhen</b>	0,01	0,04	0,02	0,06	0,04	0,06	0,04	0,08	0,03	0,06	0,04	0,08
<b>Futterraufnahme</b>	0,05	0,12	0,04	0,11	0,04	0,10	0,04	0,11	0,05	0,12	0,04	0,11
<b>Wasseraufnahme</b>	0,02	0,07	0,01	0,06	0,02	0,08	0,01	0,05	0,02	0,06	0,01	0,05
<b>Staubbaden</b>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02
<b>Gefiederpflege</b>	0,05	0,10	0,05	0,10	0,04	0,08	0,06	0,11	0,05	0,10	0,05	0,10
<b>Gefiederpflege neben BM</b>	0,01	0,04	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	0,05	0,00	0,02	0,01	0,04
<b>Futtersuchverhalten</b>	0,04	0,07	0,04	0,08	0,02	0,06	0,03	0,07	0,03	0,06	0,04	0,08
Verhaltensweisen	Stunde 8		Stunde 9		Stunde 10		Stunde 11		Stunde 13		Stunde 15	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
<b>Stehen</b>	0,10	0,20	0,13	0,17	0,11	0,16	0,13	0,20	0,17	0,26	0,18	0,26
<b>Ruhen</b>	0,05	0,09	0,04	0,08	0,05	0,09	0,04	0,08	0,02	0,05	0,03	0,06
<b>Futterraufnahme</b>	0,04	0,12	0,05	0,12	0,04	0,10	0,04	0,11	0,03	0,10	0,03	0,10
<b>Wasseraufnahme</b>	0,02	0,06	0,01	0,06	0,02	0,06	0,02	0,05	0,02	0,06	0,01	0,04
<b>Staubbaden</b>	0,01	0,06	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
<b>Gefiederpflege</b>	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,09	0,02	0,07	0,03	0,08
<b>Gefiederpflege neben BM</b>	0,02	0,06	0,01	0,04	0,02	0,05	0,02	0,05	0,01	0,03	0,01	0,04
<b>Futtersuchverhalten</b>	0,02	0,05	0,04	0,08	0,02	0,05	0,03	0,06	0,02	0,06	0,01	0,04

Tabelle 7: Mittelwerte und Standardabweichungen ausgewählter Ebenenwechsel in Abhängigkeit vom Beobachtungszeitpunkt.

Für alle UG, DG und LT zusammengefasst. UG = Untersuchungsgruppe, LT = Lebensstage, DG = Durchgänge, MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung. Durchschnittlicher Anteil der Ebenenwechsel/Tier/3min Beobachtungszeit.

Ebenenwechsel	Zeitpunkt 1		Zeitpunkt 2		Zeitpunkt 3	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD
<b>EW up ESB-AB1</b>	0,011	0,013	0,007	0,007	0,015	0,018
<b>EW up AB1- EB2</b>	0,010	0,008	0,006	0,006	0,018	0,018
<b>EW up EB2-AB2</b>	0,011	0,007	0,008	0,007	0,011	0,009
<b>EW up AB2-EB3</b>	0,010	0,007	0,005	0,006	0,009	0,008
<b>EW up EB3-EB4</b>	0,005	0,005	0,003	0,004	0,010	0,010
<b>EW down EB4-EB3</b>	0,006	0,006	0,003	0,004	0,005	0,007
<b>EW down EB3-AB2</b>	0,008	0,007	0,004	0,005	0,004	0,005
<b>EW down AB2-EB2</b>	0,014	0,011	0,010	0,007	0,009	0,009
<b>EW down EB2-AB1</b>	0,008	0,007	0,005	0,006	0,008	0,010
<b>EW down AB1-ESB</b>	0,015	0,014	0,009	0,010	0,016	0,018



## 2. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ethogramm der Verhaltensweisen des Scan Samplings der Hellphase. .....	19
Tabelle 2: Übersicht über die Anzahl der Scan samplings (Scan) und Continuous recordings (Continuous) in Durchgang 1 und 2. ....	22
Tabelle 3: Prozentualer Anteil aller Verhaltensweisen am Tagesbudget der Hellphase. ....	93
Tabelle 4: Mittelwerte und Standardabweichungen ausgewählter Verhaltensweisen in Abhängigkeit vom Lebenstag. ....	94
Tabelle 5: Mittelwerte und Standardabweichungen ausgewählter Verhaltensweisen in Abhängigkeit von der Untersuchungsgruppe. ....	95
Tabelle 6: Mittelwerte und Standardabweichungen ausgewählter Verhaltensweisen in Abhängigkeit von der Stunde nach Lichtbeginn. ....	96
Tabelle 7: Mittelwerte und Standardabweichungen ausgewählter Ebenenwechsel in Abhängigkeit vom Beobachtungszeitpunkt. ....	97

## 3. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Voliere (Querschnitt, nicht maßstabsgetreu).....	14
Abbildung 2: Kamera in der Voliere.....	15
Abbildung 3: Kamera unterhalb des Anflugbalkons.....	15
Abbildung 4: Kamera zur Beobachtung der Ebenenwechsel (= Gangkamera). ...	16
Abbildung 5: Schematische Darstellung der Anbringung der Kameras in den Untersuchungsabteilen (Abteil 1 bis 6) aus der Vogelperspektive. ....	17
Abbildung 6: Übersicht über die beobachteten Funktionsbereiche einer Voliereneinheit. ....	20
Abbildung 7: Übersicht über die beobachteten Funktionsbereiche des Einstreubereiches. ....	20
Abbildung 8: Durchschnittlicher prozentualer Anteil der einzelnen Verhaltensweisen am Gesamttagesbudget des Normalverhaltens der Hellphase.	39
Abbildung 9: Geschätzter Effekt und 95 % Unsicherheitsintervall ausgewählter Verhaltensweisen der Hellphase in Abhängigkeit vom Lebenstag. ....	41
Abbildung 10: Geschätzter Effekt und 95 % Unsicherheitsintervall ausgewählter	

---

Verhaltensweisen der Hellphase in Abhängigkeit von der Untersuchungsgruppe. .....	42
Abbildung 11: Geschätzter Effekt und 95 % Unsicherheitsintervall ausgewählter Verhaltensweisen der Hellphase in Abhängigkeit von der Stunde nach Lichtbeginn. ....	44
Abbildung 12: Relative Häufigkeit des unterschiedlichen Ruheverhaltens in Abhängigkeit vom Lebenstag. ....	45
Abbildung 13: Prozentualer Anteil des Ruhens im Stehen oder im Liegen/ Sitzen in Abhängigkeit vom Lebenstag. ....	46
Abbildung 14: Geschätzter Effekt und 95 % Unsicherheitsintervall des entsprechenden Ruheverhaltens während der Dunkelphase in Abhängigkeit von den Funktionsbereichen. ....	47
Abbildung 15: Mittelwerte der Ebenenwechsel/Tier/3min in Abhängigkeit vom Lebenstag. ....	48
Abbildung 16: Geschätzter Effekt und 95 % Unsicherheitsintervall ausgewählter Ebenenwechsel „up“ und „down“ in Abhängigkeit von den Beobachtungszeitpunkten 1 bis 3.....	50

#### 4. Abkürzungsverzeichnis

AB	Anflugbalkon
BM	Beschäftigungsmaterial
cm	Zentimeter
DG	Durchgang
Eb	Ebene
ESB	Einstreubereich
EW	Ebenenwechsel
FK	Futterkette
GFP	Gentle feather pecking, sanftes Federpicken
LT	Lebenstag
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
n.a.	Not available, keine Angabe
SD	Standardabweichung
SFP	Severe feather pecking, starkes Federpicken
UG	Untersuchungsgruppe
UI	Unsicherheitsintervall
TL	Tränkelinie
TierSchG	Tierschutzgesetz
TierSchNutzV	Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung
Zeitpkt	Beobachtungszeitpunkt





## **XI. DANKSAGUNG**

Ich danke Herrn Prof. Dr. Dr. Michael Erhard für die Überlassung dieser Arbeit, die tolle Unterstützung und das rasche Korrekturlesen der Veröffentlichung und der Dissertation.

Frau Dr. Angela Schwarzer und Frau Dr. Helen Louton danke ich für Hilfe bei der Organisation und Ausarbeitung des Projektes und für die Unterstützung bei den Betriebsbesuchen. Besonders bedanken möchte ich mich für sehr gute und umfassende Betreuung, die zeitnahen Korrekturen, die Motivation und die Bereitschaft alle Fragen rasch zu beantworten.

Bei meinen Kolleg(Innen)en Frau Dr. Franziska Helmer und Herrn Christopher Liebers möchte ich mich für die super Zusammenarbeit bei den Betriebsbesuchen bedanken. Ganz besonders danken möchte ich dir, Franzi. Du bist in der ganzen Zeit zu einer guten Freundin geworden, mit der die manchmal endlos erscheinenden Tage im Stall und im Büro immer ganz besonders viel Spaß gemacht haben. Herrn Dr. Markus Elger danke ich für die Hilfe bei Fragen zum Videoequipment. Herrn Chris Strobl danke ich für die hervorragende Hilfe bei allen technischen Fragen zur Auswertungssoftware. Ein großer Dank geht an den Betriebsleiter und alle Mitarbeiter des Junghennenaufzuchtbetriebes. Nur durch die gute Zusammenarbeit konnte dieses Projekt unter Praxisbedingungen umgesetzt werden. Vielen Dank an alle Praktikant(Inn)en und Mitarbeiter(Inn)en des Lehrstuhls für die tatkräftige Hilfe beim Auf- und Abbau des Videoequipments und die tolle Unterstützung und Hilfsbereitschaft.

Herrn Dr. Paul Schmidt danke ich für die fachkundige Anleitung und wertvolle Hilfe bei der Aufbereitung und statistischen Auswertung der Daten.

Dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz und dem Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) danke ich für die finanzielle Förderung des Forschungsprojektes.

Besonders und von ganzem Herzen bei meiner Familie bedanken. Ohne eure aufbauenden Worte, die moralische Unterstützung und den positiven Zuspruch hätte ich das gesamte Studium und die Promotion niemals geschafft. Danke, dass ihr alle immer für mich da gewesen seid!

---

Zuletzt möchte ich mich noch bei Eugen bedanken. Danke, dass du mich immer motiviert und unterstützt hast und mir auch fachlich bei der Erstellung von riesigen Excel-Tabellen die entscheidenden Tipps gegeben hast. Ohne dich und deinen Rückhalt wäre das alles nicht möglich gewesen.